

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería de Sistemas



SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD UTILIZANDO REDES NEURONALES PARA LA CLASIFICACIÓN DEL ESTADO DE LA GRANADILLA

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero de
Sistemas

Bryan Cristhian Martin Cuya Marzal

Código 20120396

Martin Guillermo Ramos Lugo

Código 20121064

Asesor

Alvarez Valdivia, Edwin Manuel

Lima – Perú
Agosto de 2020

**QUALITY CONTROL SYSTEM USING
NEURAL NETWORKS FOR THE
CLASSIFICATION OF THE CONDITION OF
TROPICAL FRUIT**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II: CONCEPTOS Y FUNDAMENTOS TEORICOS	3
2.1 Machine Learning	3
2.2 Internet de las cosas (Internet of Things, IoT).....	6
2.3 Data Analytics	8
2.4 Design Thinking	9
CAPÍTULO III: FUNDAMENTACIÓN DEL PROYECTO	11
3.1 Fundamentación de la deseabilidad del proyecto	11
3.2 Fundamentación de la factibilidad del proyecto	14
3.3 Beneficios esperados	16
CAPÍTULO IV: DEFINICIÓN DEL PROYECTO	17
4.1 Definición del proyecto	17
4.2 Objetivos del proyecto	18
4.3 Beneficios esperados	19
4.4 Segmento de mercado.....	20
4.5 Roles y responsabilidades del equipo del proyecto	21
4.6 Cronograma y riesgos iniciales del proyecto.....	22
4.7 Medidas de control (indicadores)	23
4.8 Recursos y presupuesto	23
CAPÍTULO V: DESARROLLO DEL PROYECTO	26
5.1 Empatizar.....	26
5.2 Definir.....	27
5.3 Idear	28
5.4 Prototipar	29
5.5 Testear	34
CONCLUSIONES	37
RECOMENDACIONES	38
GLOSARIO DE TÉRMINOS	39
REFERENCIAS	41
BIBLIOGRAFÍA	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Costo por recursos	19
Tabla 4.2 Roles y responsabilidades del equipo	21
Tabla 4.3 Matriz de riesgos.....	22
Tabla 4.4 Indicadores del proyecto	23
Tabla 4.5 Proyección de estados financieros	25
Tabla 4.6 Indicadores financieros para viabilidad de proyecto	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Estructura de inteligencia artificial.....	4
Figura 2.2 Modelo de red neuronal convolucional	4
Figura 2.3 Filtros de modelo convolucional	5
Figura 2.4 Capas convolucionales	5
Figura 2.5 Función de Max Pooling	6
Figura 2.6 Capa totalmente conectada	6
Figura 2.7 Interconexión de dispositivos.....	7
Figura 2.8 Ejemplo de Dashboard	9
Figura 3.1 Producto Bruto Interno - Variación porcentual interanual	13
Figura 3.2 Modelo de Lean Canvas	14
Figura 4.1 Aliviadores de frustraciones y creadores de alegría.....	18
Figura 4.2 Frustraciones y alegrías del cliente	21
Figura 4.3 Cronograma de implementación	22
Figura 4.4 Estructura de desglose de recursos	25
Figura 5.1 Mapa de empatía del cliente	27
Figura 5.2 Punto de vista	28
Figura 5.3 Interior de la cesta	29
Figura 5.4 Tapa o cabecera de cesta	30
Figura 5.5 Conexión entre cámara y ordenador.....	31
Figura 5.6 Modelo de dashboard	33
Figura 5.7 Evolución de precisión de la red	34
Figura 5.8 Épocas de entrenamiento	34
Figura 5.9 Código de reducción de tiempos	35
Figura 5.10 Funcionamiento de solución modelo.....	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Modelo de Red 1	47
Anexo 2: Modelo de Red 2	48
Anexo 3: Modelo de Red 3	49
Anexo 4: Modelo de Red 4	50
Anexo 5: DataSet de Prueba	51
Anexo 6: Controlador Lógico Programable.....	52
Anexo 7: Tabla de comparación entre AWS y Adafruit IO	54
Anexo 8: Tabla de mantenimiento del sistema.....	55
Anexo 9: Diseño de la Solución	56
Anexo 10: Encuesta a compradores de frutas	57
Anexo 11: Resultados de la encuesta a compradores	60
Anexo 12: Encuesta a agricultores de fruta	63
Anexo 13: Resultados de la encuesta a agricultores	65

RESUMEN

En el presente trabajo se aborda la problemática que se vive en la actualidad, la propagación de enfermedades con alta probabilidad de contagio, y una potencial propuesta de mejora en el proceso actual de control de calidad después de la cosecha en los negocios relacionados a la agricultura, que se han visto impactados por las diversas medidas implementadas por el Estado y sus ministerios.

También se desarrollan factores de deseabilidad y factibilidad como beneficios esperados por la realización del proyecto para el cliente final, que son los agricultores independientes a través de una alternativa de bajo costo, orientada a las necesidades como el cumplimiento de protocolos y optimización de las actividades requeridas durante el control de calidad. Esta alternativa utiliza tecnología disruptiva como internet de las cosas, para la interconexión y comunicación entre ordenador y una cámara como dispositivo de capturas de imágenes las cuales serán enviadas inalámbricamente para su procesamiento en una red neuronal convolucional que clasifica la producción de granadillas como fruta válida o inválida y acatar con los protocolos vigentes y generar mejoras en los negocios.

Por último, se detalla las consideraciones y lecciones aprendidas a lo largo del desarrollo de las cuatro pruebas de la solución tanto en la generación de la red como en la interconexión y envío de información entre los dispositivos.

Palabras clave:

Agricultura, control de calidad, protocolo, RNC, tecnología, visión artificial

ABSTRACT

This paper is about the most critical issue that we are living right now, the propagation of diseases with high probability of spread, and a potential solution to improve the current quality process after the collection of fruits from business related with agriculture that had been impacted by several actions from Governments and their ministries.

Also, it develops factors of desirability, feasibility and expected benefits with the implementation of this project to the final client who are the independent farmers through a low-cost alternative oriented to the requirements, like the accomplishment of the protocols and the optimization of principal activities during quality assurance. This alternative uses a disruptive technology as internet of things for connection and communication between a computer and a camera that will take photos and will send wirelessly with the purpose of being evaluated in a neural convolutional network model that can classify the production of a kind of Peruvian fruit, granadilla, as valid or invalid while the protocols are being fulfilled and making business improves.

Finally, it presents considerations and lessons learned along the development of four tests of solution in the generation of the network and the shipment of information between devices.

Keywords:

Agriculture, QA, protocol, CNN, technology, artificial vision

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En los últimos meses se han implementado diversas políticas contra la lucha de la propagación del COVID-19, un virus que nació en China y se ha extendido a todos los continentes por su alta probabilidad de contagio. En esta coyuntura todos los países, incluyendo el Gobierno del Perú, han decretado medidas obligatorias para la continuidad de los negocios en especial los de primera necesidad.

Debido a los nuevos lineamientos establecidos es necesario la adaptación de los procesos de la cadena de valor de los agricultores o productores independientes por lo que se ve en la situación de implementar distintas soluciones, ya sea con el uso de tecnologías como técnicas de machine learning, cloud computing, blockchain o adquisición de bienes para el aseo como gel antibacterial, trajes de protección conocidos como mamelucos entre otros.

En el presente trabajo se desarrolla un proyecto capaz de adaptar las medidas de saneamiento contra la prevención del contagio de enfermedades con alta probabilidad de contagio empleando la tecnología a su favor diseñando un sistema automatizado que permite realizar sin contacto el control de calidad con la clasificación de las frutas para su respectiva venta. Asimismo, se introduce a conceptos y fundamentos las técnicas a utilizar como es el caso de tipos de algoritmos, internet de las cosas o data analytics para la presentación de los resultados.

Para la realización del trabajo, se ha segmentado en dos bloques según las tecnologías a utilizar: el primero abarca el desarrollo y entrenamiento de la red neuronal incluyendo la recolección de imágenes para su clasificación y el segundo bloque contempla la conexión y mantenimiento de dispositivos junto con el envío y almacenamiento de la información recolectada por los mismos equipos. Cada etapa tanto del desarrollador como del diseñador será explicada a mayor detalle en el capítulo sobre el desarrollo del proyecto.

Finalmente se aborda los beneficios de la implementación tales como el ahorro de tiempo, mejora en el criterio de clasificación de la fruta y un almacenamiento y presentación rápida de la información que permite mediante su análisis la toma rápida de decisiones.



CAPÍTULO II: CONCEPTOS Y FUNDAMENTOS TEORICOS

2.1 Machine Learning

También conocido como Aprendizaje Máquina, es el conjunto de técnicas y/o algoritmos que se utilizan para evaluar y predecir situaciones en la resolución de problemas, a través de un ordenador, simulando el comportamiento y razonamiento humano.

Como definición, Machine Learning (ML) es una rama de la inteligencia artificial donde el propio computador genera sus propias reglas y puede aprender de sí mismo, generando un propio modelo. Para su desarrollo se utilizan algoritmos tales como regresiones lineales y múltiples, agrupaciones, clasificación, entre otros. Estas técnicas usadas se dividen en 3 grupos:

- Aprendizaje supervisado: Se cuenta con la salida esperada o etiquetadas que se envía al modelo. Por ejemplo: Árboles de decisión, clasificación, support vector machine.
- Aprendizaje no supervisado: Tiene un carácter exploratorio debido a que no se cuenta con información adicional de las variables de entradas más que su propio valor. Es ideal para: Perfilamientos, problemas de clustering, entre otros.
- Aprendizaje reforzado: Se basa en mejorar la respuesta del modelo usando la retroalimentación basada en ensayo-error.

ML es aplicado en muchos rubros del mercado, como los siguientes:

- Seguridad Informática: Diagnósticos de ataques, prevención de fraude online, detección de anomalías, etc.
- Reconocimiento de imágenes o patrones.
- Salud: Robótica médica o evaluaciones automáticas de pruebas diagnósticas.
- Análisis de mercado de valores.
- Motores de recomendación.

- Conducción autónoma.

2.1.1 Redes neuronales convolucionales (RNC)

Dentro del campo de ML, se utiliza como un modelo supervisado a las redes neuronales convolucionales (ver figura 2.1) que son una red neuronal profunda debido a la utilización de capas, como se muestra en la figura 2.2, que sirven para el análisis y reconocimiento de imágenes debido a la identificación de patrones que se puede aplicar a través de los diversos canales (o filtros) aplicados a la misma. (Data, 2019).

Figura 2.1

Estructura de inteligencia artificial

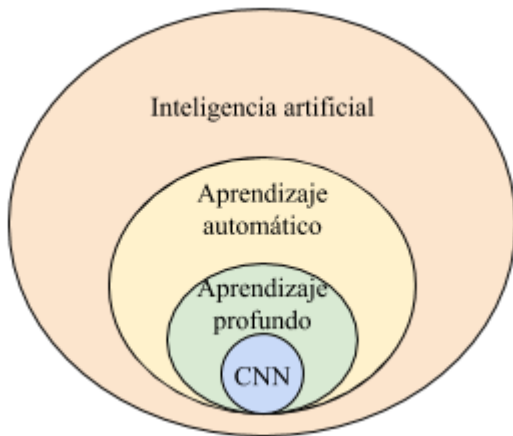
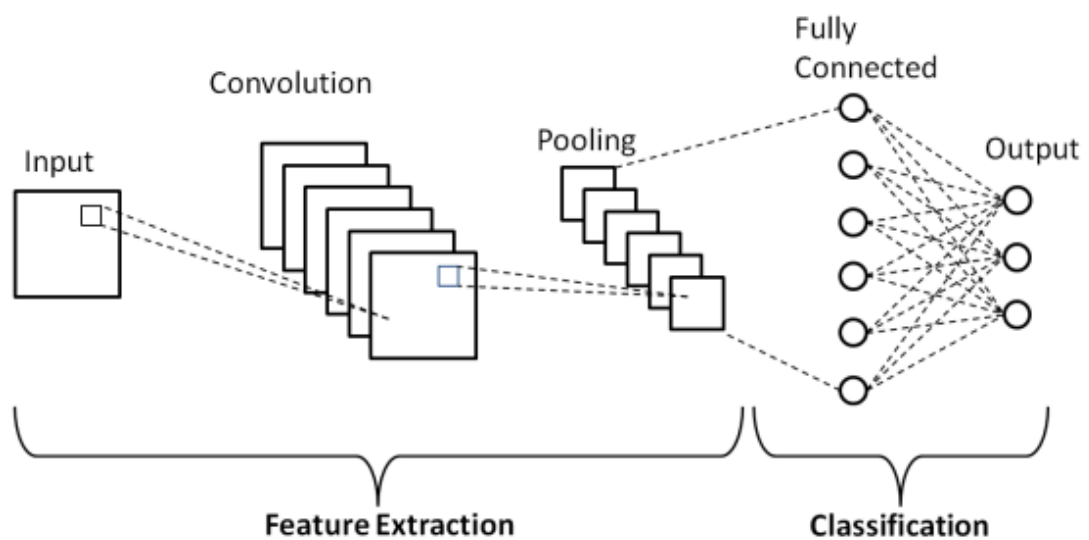


Figura 2.2

Modelo de red neuronal convolucional

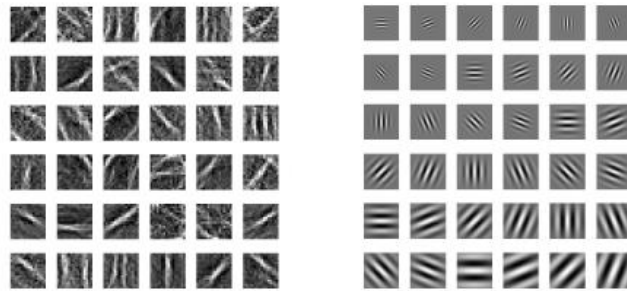


Fuente: FroGames, 2020

Los filtros sirven para la identificación de líneas, curvas, esquinas, formas o incluso para la eliminación de ruido de fondo entre otros (Prieto, J.S., 2019). Ver figura 2.3.

Figura 2.3

Filtros de modelo convolucional



Fuente: FroGames, 2020

Por último, la arquitectura de la RNC se basa en tres tipos de capas: **convolucionales** que se encargan de aplicar los filtros para realizar más sencillo el aprendizaje de patrones encontrados como se muestra en la figura 2.4, el **pooling** usadas para lograr que la red sea más tolerante a los pequeños cambios reduciendo por ejemplo un vector de varios vectores a un único vector que será la entrada de una siguiente neurona, por ejemplo en la figura 2.5 se visualiza la función de Max Pooling que da origen a este tipo de capa y las **totalmente conectadas** (fully-connected) que funcionan como las redes neuronales profundas (ver figura 2.6) (Abdel-Hamid, O. et al,2013).

Figura 2.4

Capas convolucionales



Figura 2.5

Función de Max Pooling

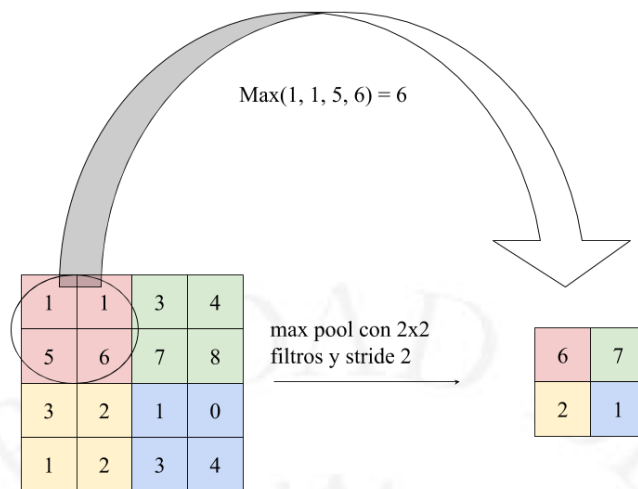
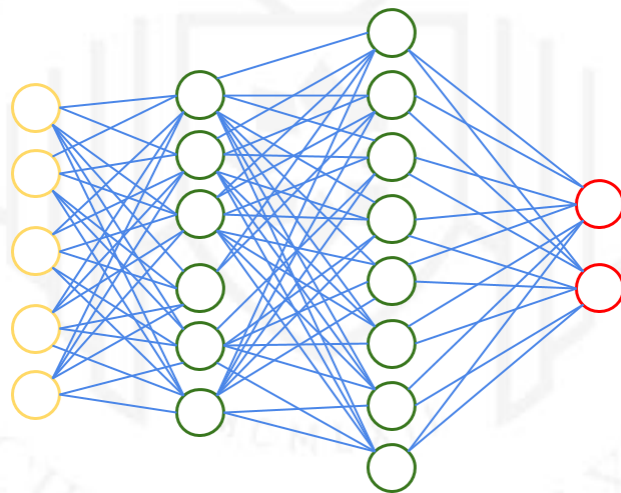


Figura 2.6

Capa totalmente conectada



2.2 Internet de las cosas (Internet of Things, IoT)

Para Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos (SAP) (s. f.), el IoT es “una red de objetos físicos – vehículos, máquinas, electrodomésticos y más– que utiliza sensores y APIs para conectarse e intercambiar datos por internet” en otras palabras, es la interconexión de los objetos cotidianos a Internet intercambiando y procesando información para lograr un valor agregado.

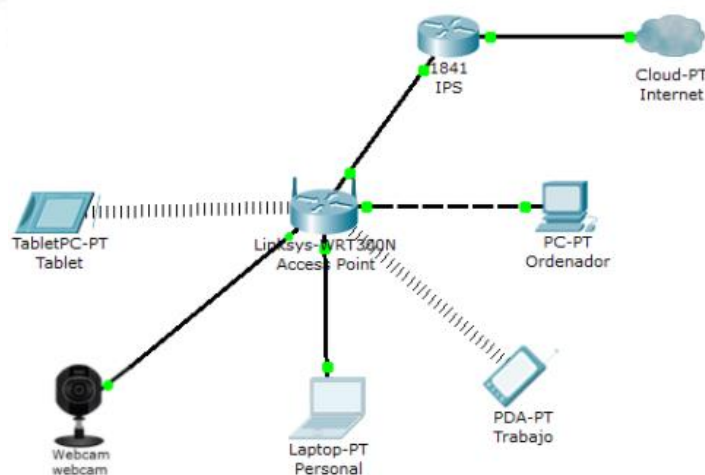
También Buyya R. y Vahid A. (2016) en su libro nos relata cómo fue expuesto, por primera vez, el término haciendo referencia a que debido a la interconexión de “las cosas” nos debemos replantear la manera en como interactuamos y vivimos con el mundo físico. Al mismo tiempo nos comentan de distintas definiciones sobre el IoT de diversos autores y como algunos de ellos dan más valor, como es el caso de Cisco que considera una interconexión de objetos, lugares y hasta personas, definiéndolo como “*internet of everything*”.

Esto refiere a que los objetos recolectan datos a través de micro-controladores, sensores o antenas y se envía a un repositorio o a otro dispositivo, o incluso a un sistema de procesamiento para realizar una acción determinada. Estos objetos pueden ser simples como un reloj, cámaras, celulares (ver figura 2.7), o hasta casas o ciudades cubiertas con esta tecnología, a todo ello se le ha denominado dispositivo Smart (Smart watch, Smart houses, Smart city).

También cabe resaltar que para lograr esta vinculación se requiere de una estructura de red donde se pueda almacenar los datos localmente proporcionando cuyos beneficios son la rapidez debido a la baja latencia de la conexión, análisis en tiempo real entre otros (fog computing) o de forma global en cloud computing que requiere de un mayor tiempo tanto en el envío como en el procesamiento. (Stojmenovic, 2014).

Figura 2.7

Interconexión de dispositivos



La aplicación de esta tecnología ha tenido varios usos prácticos, como:

- Lentes virtuales o bandas electrónicas (Huawei, Xiaomi) para el seguimiento de las personas como pulsaciones o ritmo cardiaco, notificaciones de mensajes o llamadas, otros.
- Sensores para el monitoreo de pacientes en tiempo real.
- Gestión de tránsito vehicular.
- Mejoras de calidad de servicios en hoteles a través de sensores interconectados inalámbricamente.
- Zapatillas inteligentes con contador de pasos o recorrido.

2.3 Data Analytics

Es una tendencia que impulsa el uso de grandes volúmenes de datos o información para mejorar la toma de decisiones dentro de las empresas. Con esta técnica podemos encontrar *insights* que logran un valor agregado dentro de las organizaciones.

Sus representaciones más comunes se realizan a través de Cuadros de Control o Dashboards (ver figura 2.8), donde se puede visualizar desde la situación actual hasta la localización de cuellos de botella en un mismo proceso y tomar acción de ello.

Para su realización existen diversas herramientas pertenecientes a empresas como:

- Microsoft con Power BI.
- SAP con Business Object.
- Oracle Business Intelligence entre otros.

Cabe resaltar que es viable su realización de manera personalizada y propia como creación de entornos web conectados a motores de base de datos (SQL, MySQL, PostgreSQL, Oracle).

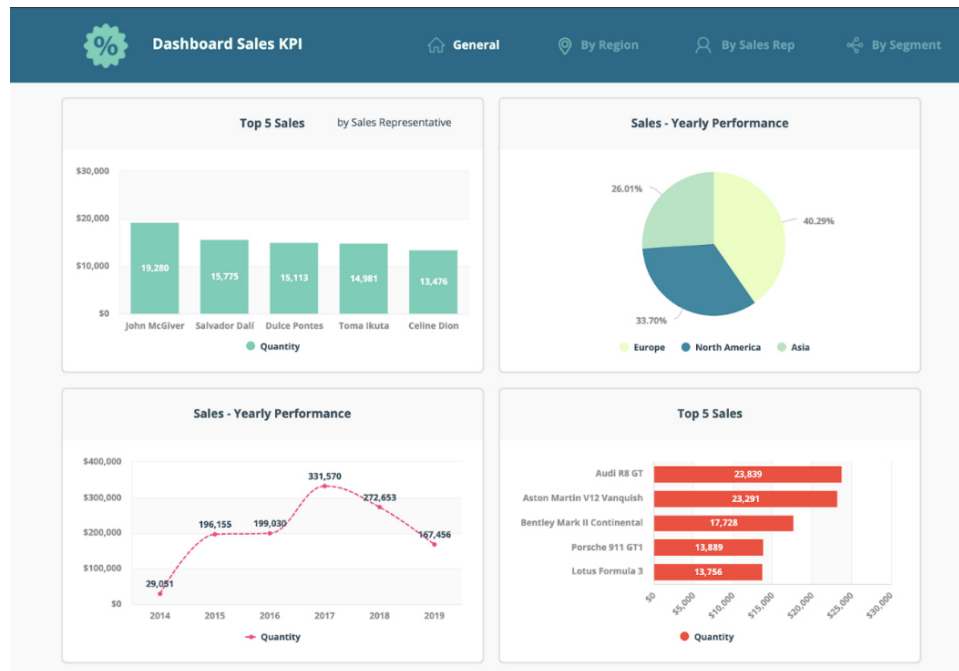
Algunos de sus usos son:

- Identificar los productos y clientes con menor rentabilidad.
- Segmentaciones o perfilamientos de los clientes.

- Optimizando los procesos de negocio.
- Estimación de provisiones de producción.
- Uso de datos en campañas políticas.

Figura 2.8

Ejemplo de Dashboard



Fuente: (ClicData, s. f.)

2.4 Design Thinking

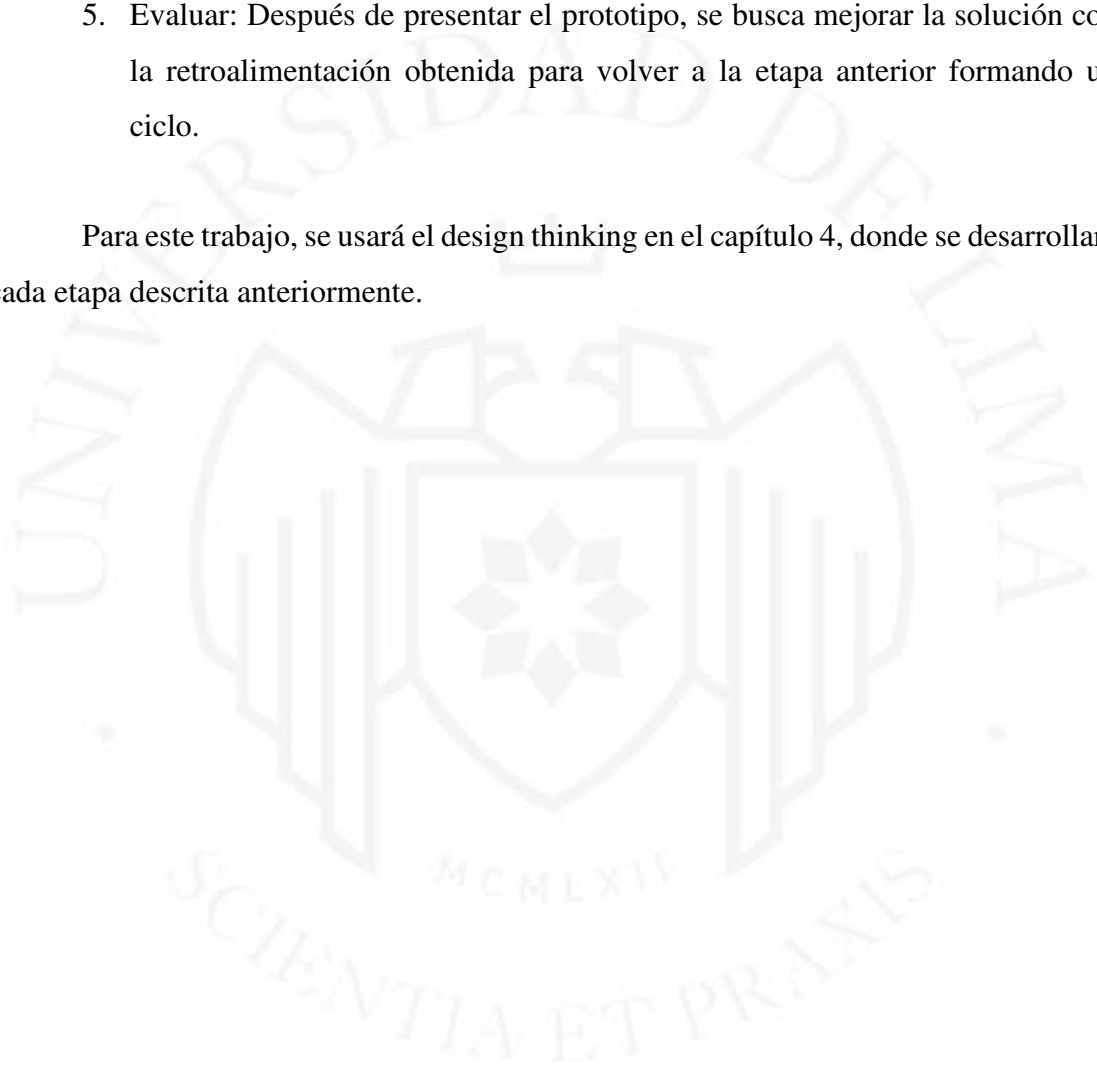
Una de las metodologías que ha tenido mayor relevancia como alternativa en la resolución de problemas es el Design Thinking que es un método enfocado a las personas para una mayor optimización y satisfacción de sus necesidades. (Mootee & García, 2014, pp. 1–3).

Según el mismo autor, este proceso se compone por 5 etapas claves y sus respectivas herramientas que ayudan a su desarrollo. Estas etapas son:

1. Empatizar: Conocer al cliente, sus puntos de dolor, se puede hacer uso de entrevistas, encuestas, mapa de empatía entre otros.

2. Diseñar: Una vez conocido todo lo que es necesario para el cliente o sus carencias se pasa a la definición del problema junto con los hallazgos encontrados en el equipo.
3. Idear: Es una etapa de creatividad e innovación que busca dar una posible solución al problema encontrado.
4. Prototipar: Elaborar un producto mínimo viable que represente la solución con cualquier tipo de materiales.
5. Evaluar: Después de presentar el prototipo, se busca mejorar la solución con la retroalimentación obtenida para volver a la etapa anterior formando un ciclo.

Para este trabajo, se usará el design thinking en el capítulo 4, donde se desarrollará cada etapa descrita anteriormente.



CAPÍTULO III: FUNDAMENTACIÓN DEL PROYECTO

3.1 Fundamentación de la deseabilidad del proyecto

3.1.1 Situación mundial - Nacional

A finales del año 2019, la Organización Mundial de la Salud (OMS) fue notificada de un brote de enfermedad por coronavirus proveniente de la ciudad de Wuhan, China. La misma organización declaró esta situación como pandemia a partir del 11 de marzo del presente año por los alarmantes niveles de propagación de dicho virus estableciendo recomendación para su control.

En el Perú, mediante un Decreto Supremo N° 008-2020-SA, se declaró estado de emergencia nacional y aislamiento social obligatorio por las graves circunstancias que afectan la vida de los habitantes de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19. Durante esta situación se restringe el ejercicio de los derechos constitucionales relativos a la libertad y la seguridad personal, la inviolabilidad del domicilio, y la libertad de reunión y de tránsito en territorio nacional.

Asimismo, el Ministerio de Salud (MINSA) publicó por medio de resoluciones ministeriales (N° 193-2020-MINSA) la “Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de personas afectadas por COVID-19 en el Perú” al igual que las disposiciones obligatorias para el tratamiento de cada actividad con la finalidad de evitar la propagación del virus. Algunas de las medidas implementadas en la emergencia sanitaria son:

- Implementar una política y/o protocolo frente a cosas de infección dentro del centro laboral.
- Establecer el aislamiento e inmovilización social obligatorio con excepción de labores relacionadas a actividades esenciales como: la industria alimentaria, farmacéutica y de bienes de primera necesidad, centros de salud, etc.

Por último, el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) estableció un protocolo para el desarrollo de las actividades agrícolas en el cual se observa:

- Restringir las visitas, limitándose a las imprescindibles, y el menor número de veces.
- Distanciamiento social en entornos laborales, ya sea dentro del hogar como en oficinas. Se debe seguir una serie de protocolos sanitarios.
- Para la interacción con otras personas, mantener la distancia mínima de 1 metro, y limitar tus movimientos dentro del predio a las áreas que son sumamente necesarias.

Todas estas consideraciones obligan a los agricultores a modificar y adaptar sus procesos actuales como el control de calidad que, después de la recolección de la cosecha es evaluado por un personal (generalmente más de 4 personas) destinadas a su clasificación según el criterio indicado por la norma técnico peruana. Este personal bajo entrenamiento de dichos criterios separa las frutas que no cumplen los requisitos mínimos estipulados y clasifican los que sí.

También se puede apreciar sobre los procesos impactados en la publicación de Jose Victor Salcedo Ccama, redactor para Grupo La República y Ojo Público, “La pandemia acorrala a los agricultores del Valle de los Incas” (Salcedo, 2020), como el almacenamiento, distribución y venta han sido modificados por las medidas adoptadas como cierre de fronteras por inmovilizaciones, reducción de precios por escasez de compradores entre otros.

3.1.2 Impacto en los negocios

En el Perú se cuenta con aproximadamente 14,500 negocios activos (SUNAT, 2020) relacionados al cultivo de frutas y verduras combinados con la cría de animales (SBS, s. f.), esta información es recabada tanto del padrón de SUNAT sobre el estado de los negocios (activos, bajas de oficio, bajas definitivas entre otros) como su ubicación a través del ubigeo en conjunto con información otorgada por la SBS donde se clasifica el giro del negocio y otros datos como los representantes, número de trabajadores y más. Adicionalmente, el 25% de estos negocios se encuentran en el norte del país, el 44% en

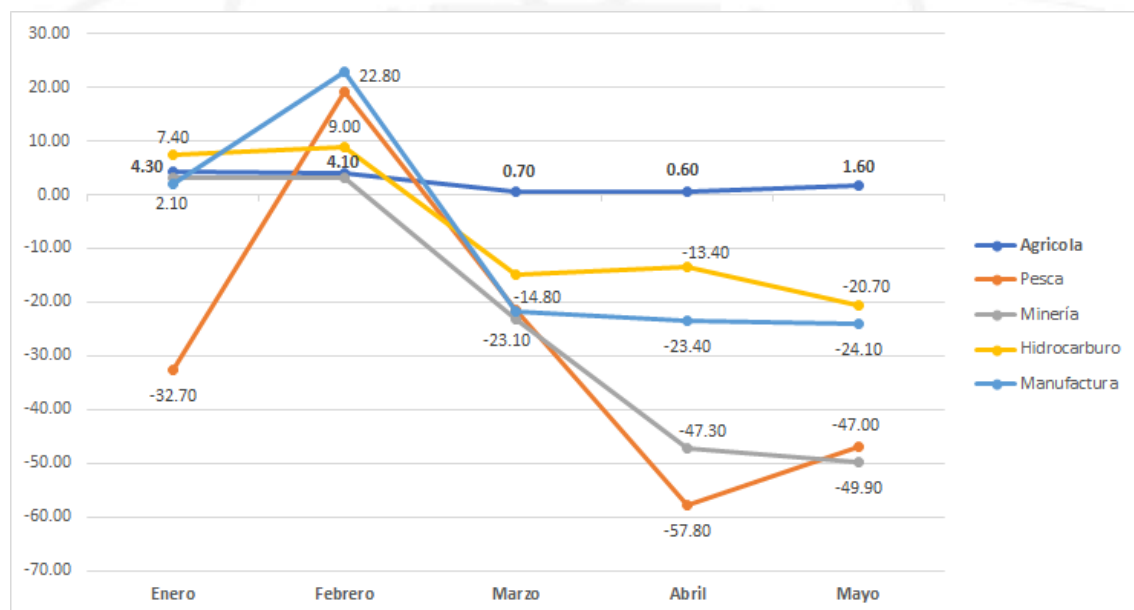
el centro (concentrado principalmente en Lima y Callao - 25%) y el 31% en el sur del Perú.

Cabe resaltar que “la agricultura fue el sector que, en marzo y abril, a pesar de las dificultades, aportó a la economía peruana en recesión 0.7 y 0.6%, respectivamente ... estos datos solo evidencian la importancia social y económica de la agricultura” (Salcedo, 2020).

Como se mencionó anteriormente, según el estudio del Banco Central de Reserva del Perú (2020), “En abril el Producto Bruto Interno cayó 40,5 por ciento por la continuación del período de aislamiento social”; sin embargo, el único sector primario con crecimiento con respecto al 2019 ha sido la agricultura.

Figura 3.1

Producto Bruto Interno - Variación porcentual interanual



A causa de las disposiciones gubernamentales se ha generado demoras en el transporte de insumos y productos finales, como también bloqueos en el flujo de mercancías por lo que genera la necesidad de adaptación de los procesos de los negocios con la finalidad de brindar la atención y calidad que ofrecen y no afectar a su venta – generación de ingresos.

3.2 Fundamentación de la factibilidad del proyecto

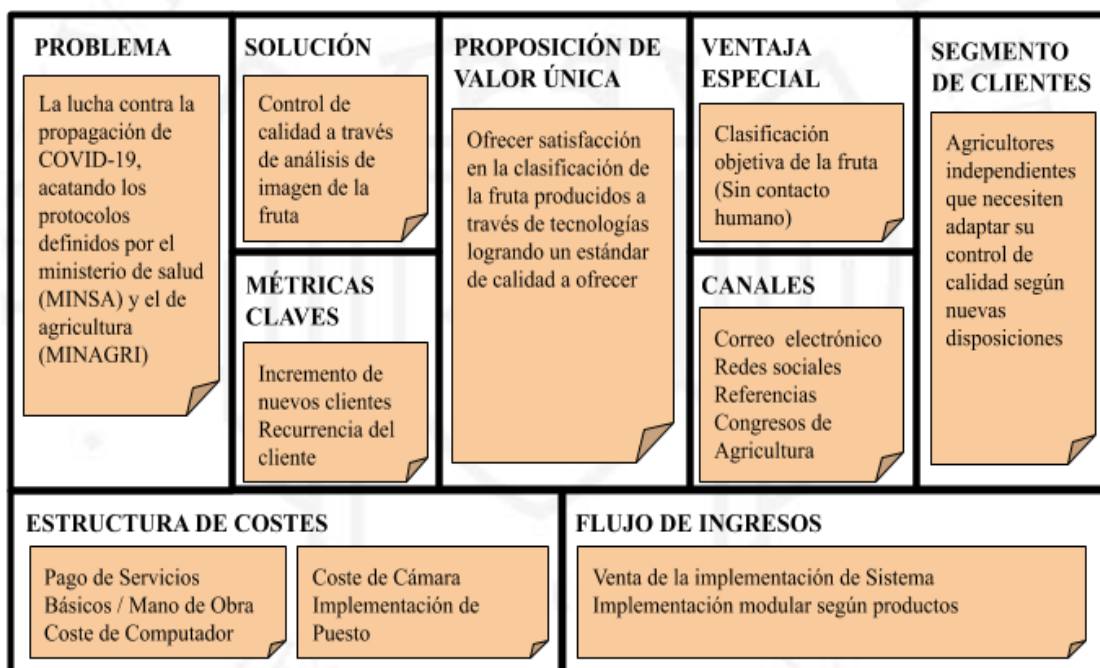
3.2.1 Modelo de negocio

Se propone el uso de tecnologías disruptivas como IoT en cámaras que, con la captura de imágenes alimenten de forma inalámbrica un modelo de redes neuronales, que clasifique la producción de la fruta si es válida durante en el control de calidad de los agricultores con mayor objetividad.

A continuación, se diagrama el modelo *Lean Canvas* para el negocio:

Figura 3.2

Modelo de Lean Canvas



3.2.2 Benchmark

- Situación Nacional - Agricultores Independientes

Actualmente, el proceso de control de calidad requiere de personal que certifique y clasifique la producción del cultivo, por lo que está sujeto al cumplimiento de las medidas consideradas por el MINAGRI y el MINSA lo cual genera la

necesidad de una solución que cumpla con las disposiciones significando una adaptación dentro de los procesos del productor independiente.

Con la solución ofrecida, se mantiene y/o mejora un estándar de calidad en la producción de frutas e incluso una mejor clasificación para la reducción de mermas.

- Situación nacional - Negocios establecidos

Los negocios relacionados a la agricultura, medianos o grandes para acatar con los nuevos protocolos han implementado soluciones de alto costo para poder realizar el control de calidad de sus producciones usando últimas tecnologías y tendencias.

Estos negocios tienen como principales clientes a las grandes cadenas de comercialización como Supermercados Peruanos, Cencosud, Grupos Falabella, abasteciendo de frutas y verduras para su actividad.

Para el cumplimiento de lo establecido, ofrecen la adquisición de la indumentaria necesaria como mamelucos para el tratamiento de los cultivos, desinfectantes, mascarillas o incluso la reducción del personal.

- Situación internacional

A nivel mundial, muchos negocios agrícolas han adoptado soluciones que usan la tecnología en su cadena de valor, como, por ejemplo, el uso de drones para la recolección de imágenes multiespectrales de las siembras, de manera que se ayude a predecir la calidad de la cosecha, obtener volúmenes del cultivo, y evaluar la salud y daño de los cultivos.

El uso de estas tecnologías en los negocios requiere de inversiones significativas debido a las adquisiciones de sistemas, *hardware*, dispositivos que son necesarias en esta clase de soluciones.

Elika, Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria, en su artículo “Drones y su uso en la agricultura” de enero del 2014, hace referencia al Sistema

Aeroespacial No Tripulados que ofrece el estudio de la parcela, reducción de costes, mejora de rentabilidad de cultivos y disminución del impacto ambiental.

3.3 Beneficios esperados

3.3.1 Gastos actuales

Se considera como gastos actuales:

1. Pago de servicios de luz y agua.
2. Equipos de protección personal (EPP).
3. Pago de sueldos a personal (aproximadamente 7 a 15 personas).

3.3.2 Potenciales impactos

- Mejora de clasificación:

Por medio del algoritmo de ML, se eliminará la subjetividad del personal durante el proceso de control de calidad. Al mismo tiempo se generará reducción de residuos o mermas.

- Nuevas especializaciones:

El personal designado al proceso de control de calidad actual se centrará en el análisis de la información obtenida del modelo ejecutado por lo que es necesario su capacitación en herramientas de *Business Intelligence* para la mejora de toma de decisiones.

- Eficiencia de recursos

Debido a que la solución planteada se ejecutará a través de un ordenador, los tiempos asignados a la tarea de clasificación por el personal se ven impactados, ya que se podrá realizar en momentos que el personal no se encuentre disponible (vacaciones, licencias, descansos médicos, emergencias, etc.).

- Economía nacional

Evita la paralización de la producción y la pérdida de cosecha que producirían una recesión dentro del sector de agricultura.

CAPÍTULO IV: DEFINICIÓN DEL PROYECTO

4.1 Definición del proyecto

4.1.1 Características de proyecto

Debido a las normas de bioseguridad establecidas, este proyecto consiste en brindar una solución de bajo costo con la automatización del proceso de control de calidad, ubicado después de la cosecha de las frutas y antes de la respectiva venta/distribución. Esta mejora se realizará a través de la interconexión de una cámara situada en la cinta transportadora, en la cual se irán desplazando las frutas cosechadas, que capturará fotografías y utilizando tecnología inalámbrica las enviará a un repositorio para que sea evaluado en un modelo de redes neuronales convolucionales desarrollado en Python con librerías de OpenCv y PyTorch, cuyo resultado nos permitirá saber si la fruta cumple o no los estándares de calidad incluyendo los protocolos e indicaciones establecidos por el MINSA y MINAGRI.

Cabe mencionar que las indicaciones dichas por los ministerios como el uso de mamelucos o la constante desinfección de manos de todo el personal conlleva una inversión significativa al negocio lo cual se ahorraría parcialmente los costos con esta solución.

Adicionalmente, este proyecto abarca el plan de trabajo para la implementación del sistema, incluyendo definiciones e identificación de los equipos necesarios a instalarse como la configuración de estos mismos.

Exclusiones, restricciones o supuestos:

- Se mantienen los procesos actuales asociados como: el sembrío, cosecha y traslado de frutas para realizar el control de calidad antes de su venta.

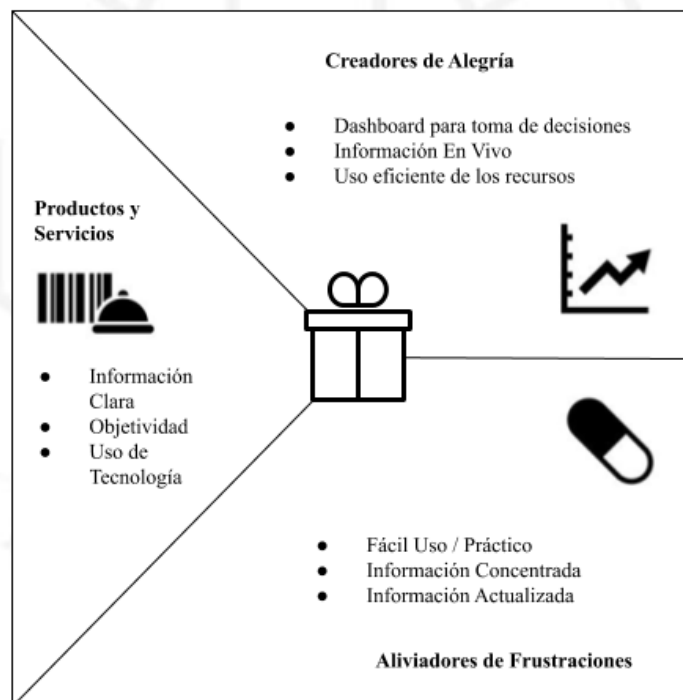
- El proceso de control de calidad actual requiere del personal entrando en contacto directo con la fruta que se encuentra en la pasarela o faja transportadora (proceso afectado con la solución planteada).
- La clasificación se realizará sobre la fruta previamente cosechada.
- Es muy importante que las fotografías de la fruta deben capturarse bajo las mismas condiciones. Por ejemplo: iluminación, fondo, distancia, entre otros.

4.1.2 Aliviadores de frustraciones y creadores de alegría

Con la información recolectada en las encuestas (Anexo 12 y 13) y en los puntos anteriores, se ha elaborado el siguiente cuadro:

Figura 4.1

Aliviadores de frustraciones y creadores de alegría



4.2 Objetivos del proyecto

4.2.1 Objetivo general

Automatizar el proceso de control de calidad logrando una reducción del 5% de frutas que no cumplen con estándares del negocio y la reducción del tiempo en 10%.

4.2.2 Objetivos específicos

- Clasificar imágenes según estado y condición de la granadilla.
- Establecer una conexión exitosa entre dispositivos.
- Generar tableros de control para el seguimiento de resultados.
- Reducir riesgo de contagio por personal dentro del área de trabajo.

4.3 Beneficios esperados

4.3.1 Costos totales del proyecto

Tabla 4.1

Costo por recursos

Recurso	Marca	Modelo	Cantidad	Costo Unitario
Cámara Fotográfica	Wyze	Cam v2	1	100
Estación para Cámara	Home Collection	Barras de aluminio	1	90
CPU	HP	Mini EliteDesk 800	1	850
Monitor	ViewSonic	VA1903A	1	290
Periféricos	Genius	KM-8100	1	69
Access Point	TP-Link	TL-WR840N	1	110
Luces LED	QIAYA	Clip	2	30

Descripción de dispositivos:

- Cámara: Wyze 1080p Full HD 110-240V (AC/DC).
- CPU: Core i7-4470S X4 3.1GHz 8GB 256GB SSD.
- Monitor: LED 19" 1366 x 768 @ 60Hz.

- Periféricos: KM-8100 Tecla: Cóncava, Sensor: Optical.
- TL-WR840N: 300Mbps 2.4GHz, 4 Puertos Fast Ethernet LAN, 1 Puerto Fast Ethernet WAN.
- Iluminación LED: mini aro de luz con 3 niveles de intensidad y batería integrada de 450 mAh.

Con lo anterior, se elaboró un presupuesto resumen

- Costos Totales de Recursos Materiales: S/ 1,569.00.
- Costos Operacionales de Implementación: S/ 7,000.00.
- Costos Reserva de Gestión: S/ 1,000.00.
- Costos Inversión: S/ 9,569.00.

4.3.2 Beneficios

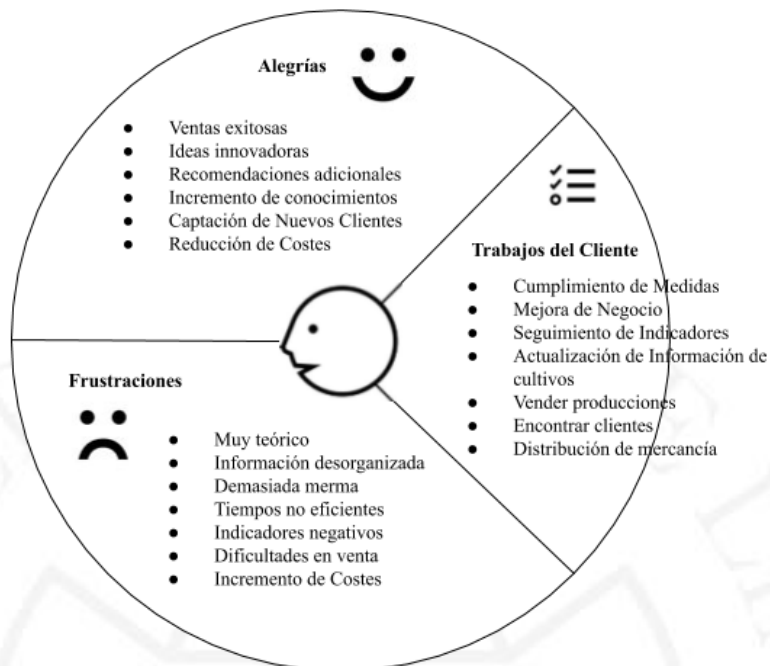
- Cumplimiento con las medidas sanitarias establecidas.
- Mayor objetividad en el control de calidad.
- Reducción de tiempos.
- Aumento de productividad.

4.4 Segmento de mercado

Tras haber utilizado el mapa de empatía que se observará en el capítulo V y las encuestas realizadas se elabora un diagrama de frustraciones y alegrías del cliente:

Figura 4.2

Frustraciones y alegrías del cliente



4.5 Roles y responsabilidades del equipo del proyecto

Tabla 4.2

Roles y responsabilidades del equipo

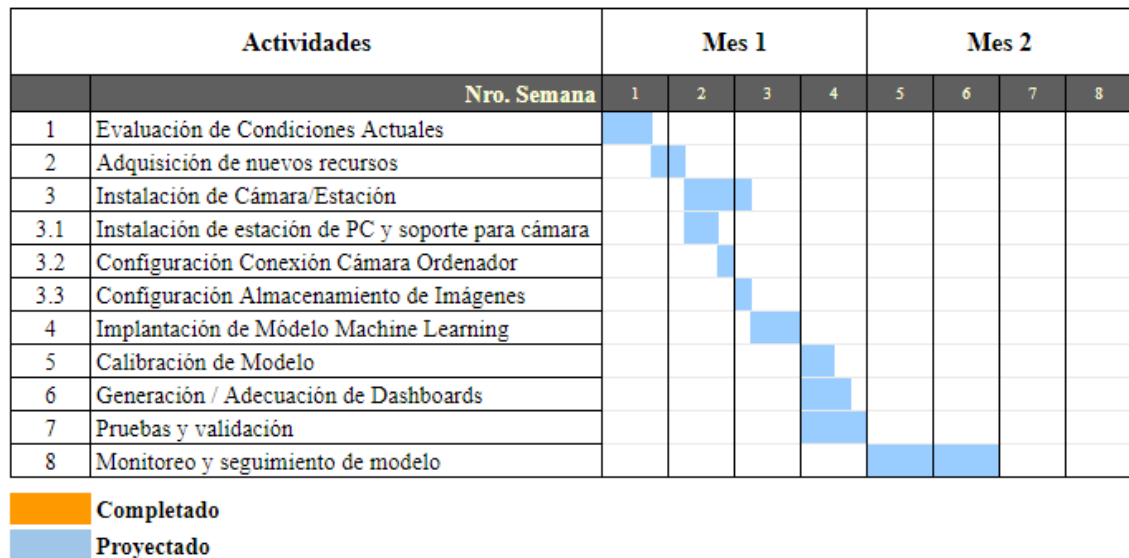
Roles	Responsabilidades	Conocimiento	Habilidades
Sponsor (Agricultor)	Aprobar el Plan de Trabajo.	Conocimiento del Proyecto desde vista Negocio	Credibilidad Seguridad
Líder	Coordinar el Trabajo del Equipo	Conocimiento de todo el Proyecto	Resolución de Problemas Rápida toma de Decisiones
Programador	Llevar a cabo la implementación del modelo	Conocimiento en Machine Learning Tecnologías Disruptivas	Habilidades Técnicas
Soporte	Brindar soporte al personal	Conocimiento sobre uso de Cuadro de Control	Comunicación
Soporte	Brindar soporte al personal	Conocimiento sobre uso de Cuadro de Control	Comunicación

4.6 Cronograma y riesgos iniciales del proyecto

4.6.1 Gestión de cronograma

Figura 4.3

Cronograma de implementación



4.6.2 Matriz de riesgos

Tabla 4.3

Matriz de riesgos

Problema	Riesgo	Plan de Acción
Se necesita mayor presupuesto	El presupuesto planteado no alcanza	Plantear una reserva en el presupuesto
Se requiere de mayor tiempo en compra de materiales personalizados	El tiempo estimado para adquirir materiales personalizados es insuficiente	Implementar recursos estándares viables
Se requiere de mayor tiempo en la implementación	El tiempo estimado para la implementación es insuficiente	Plantear una reserva de tiempo para la implementación
No se alcanza con la precisión estimada	Pruebas no satisfacen niveles esperados del modelo	Realizar más pruebas. Realizar calibraciones conforme se desarrolla el proyecto

(continua)

(continuación)

La red Wifi se cae o no se conectan los equipos	Fallas de red por configuración	(continuación)
El equipo no soporta al software.	Equipos de hardware insuficientes	Estimación y adquisición de recursos necesarios
Repentinos cortes de energía	Fallas energías, desperfectos del suministro	Aprovisionamiento de grupo electrógenos
Incorrecto funcionamiento de equipos	Fallas de ambiente, climatización e infraestructura	Buscar instalaciones apropiadas
No se logra el resultado en la clasificación de frutas	Fallas de configuración o implementación	Incluir etapas de pruebas, para ver que la solución responda

4.7 Medidas de control (indicadores)

Tabla 4.4

Indicadores del proyecto

Ítem	Métrica	Método
Asegurar que el desarrollo se realice dentro del costo	CPI \geq 0.95	Costo de ejecución del proyecto
Cumplir con el tiempo asignado para la conclusión del proyecto	SPI \geq 0.95	Plazo de ejecución del proyecto
Grado de cumplimiento de especificaciones técnicas HW y SW	Cumplimiento al 100%	Calidad de los materiales
Cumplimiento de la calidad del proyecto	Satisfacción del usuario al 100%	Encuesta al usuario

4.8 Recursos y presupuesto

4.8.1 Recursos humanos

- Equipo de desarrollo:

- Líder:

Coordinar el buen desarrollo del trabajo y velar por el buen funcionamiento del trabajo.

- Programador:
Desarrollar la codificación del proyecto en orden con los requerimientos funcionales y de acuerdo con el cronograma.
- Soporte o mantenimiento:
Analizar el correcto funcionamiento del proyecto, así como su impacto.

4.8.2 Recursos infraestructura

- Equipos:
 - Ordenador de Monitoreo.
 - Cámara.
- Redes:
 - Access Point.
- Software:
 - Windows.
 - Modelo de ML.

4.8.3 Desarrollo financiero del proyecto

El proyecto analizado desde la perspectiva económica y financiera para determinar la factibilidad del mismo, se utilizará como instrumentos de medición el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) bajo las siguientes premisas:

- La producción anual de un agricultor independiente de granadillas es aproximadamente de 20 mil kilos.
- Una caja manzanera promedio es compuesta alrededor de 13 kilos de granadillas.
- El precio de venta por caja es equivalente a S/30 (treinta soles).
- Por lo tanto, el ingreso anual oscila entre los 40 mil a 50 mil soles, dando un promedio mensual de S/3,900.

Tabla 4.5*Proyección de estados financieros*

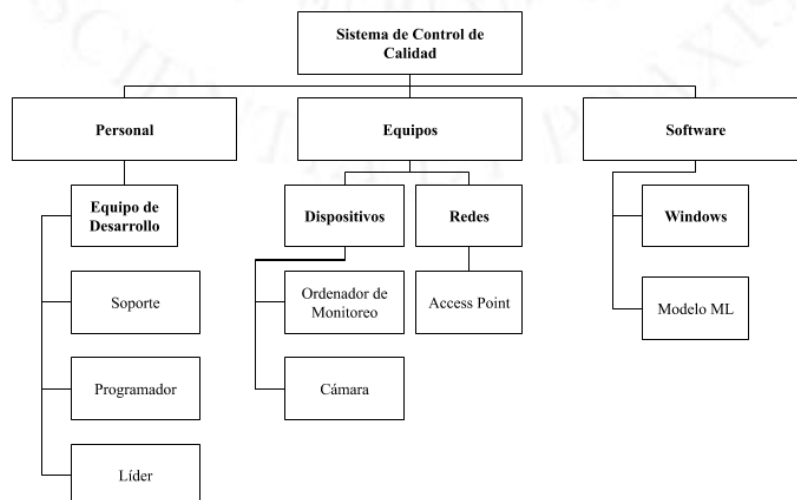
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
Incremento (%)	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ingresos	3,900	4,017	4,017	4,017	4,017	4,017	4,017	4,017	4,017
Costos de Venta	1,170	1,205	1,205	1,205	1,205	1,205	1,205	1,205	1,205
Utilidad Bruta	2,730	2,812	2,812	2,812	2,812	2,812	2,812	2,812	2,812
Gastos Operativos	431	444	444	444	444	444	444	444	444
Utilidad Neta	2,299	2,368	2,368	2,368	2,368	2,368	2,368	2,368	2,368
Inversión	-9,569								
Balance	-7,270	-4,903	-2,535	-167	2,200	4,568	6,935	9,303	11,671

Tabla 4.6*Indicadores financieros para viabilidad de proyecto*

VAN 6,216

TIR 20%

4.8.4 Estructura de desglose de recursos

Figura 4.4*Estructura de desglose de recursos*

CAPÍTULO V: DESARROLLO DEL PROYECTO

Para el desarrollo del proyecto, y con ayuda del *Design Thinking* (DT), hemos entendido las necesidades y miedos que han surgido en el agricultor independiente debido a la situación actual que se vive, con las medidas sanitarias adoptadas por los distintos ministerios, y con esto se han elaborado diversas ideas de solución al problema definido.

El DT también nos ayudará en la elaboración de las propuestas a través de prototipos, en caso sea viable, de manera práctica, sencilla y rápida para la evaluación por parte del agricultor.

Por lo anterior, se detalla las etapas del DT junto con su desarrollo:

5.1 Empatizar

Se realizó un análisis a los agricultores independientes y negocios relaciones al cultivo encontrando ciertas dudas y necesidades generadas a raíz de la pandemia, dado que los nuevos requerimientos gubernamentales han desactivado varios negocios del rubro originando una mayor preocupación en encontrar soluciones para la continuidad de sus actividades para que no impacte en sus economías, tanto por una nueva adquisición de mercadería, aumentar residuos o inclusive la reducción de personal. (Preocupación de impacto en sus procesos - degradación de calidad de sus productos).

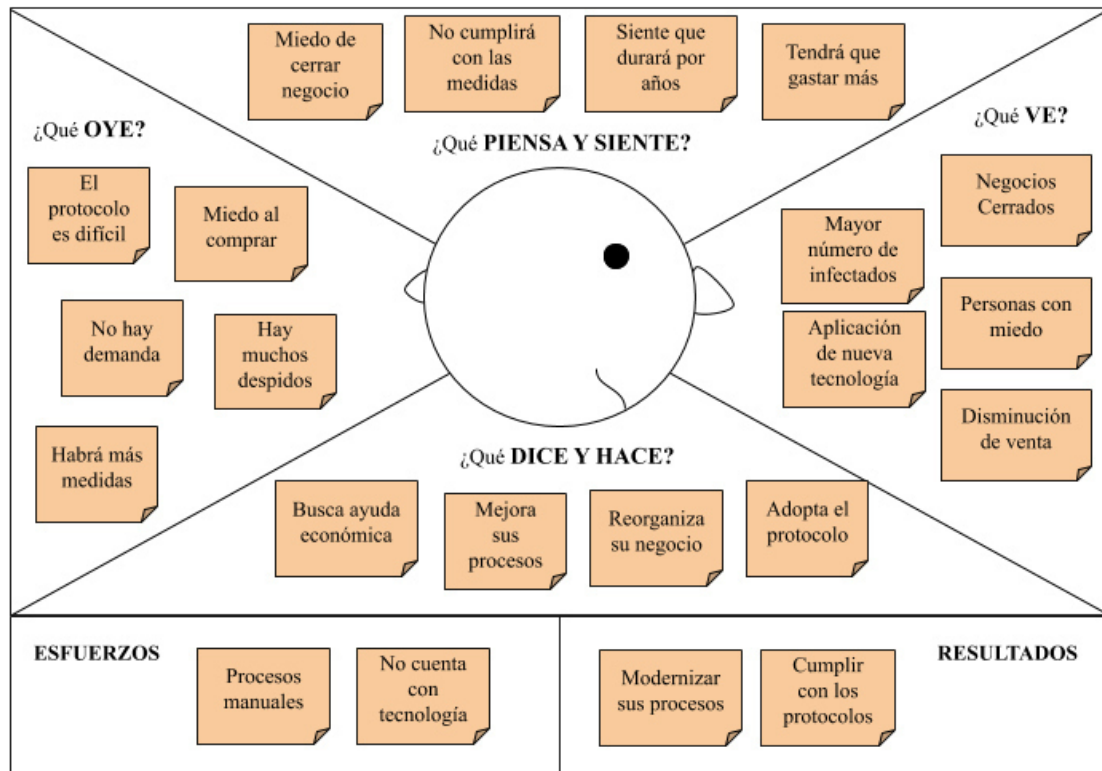
5.1.1 Mapa de empatía

Es una herramienta que ayuda al entendimiento de los problemas, necesidades, miedos y puntos de dolor del cliente. En otra definición tenemos “No es más que ponernos en los zapatos del consumidor para tener un conocimiento más profundo sobre él, su personalidad, su entorno, su visión del mundo y sus necesidades y deseos.” (Iglesias, 2020).

Se presenta en la figura 5.1 el mapa realizado hacia agricultores independientes.

Figura 5.1

Mapa de empatía del cliente



También para conocer al cliente se han revisado diversos ejemplos de casos que lograron entender las necesidades, problemas y puntos de mejora, tenemos como ejemplo el caso del Banco Interbank que implementó un sistema para reducir la insatisfacción de los clientes mientras esperan ser atendidos. Otro caso es IKEA con su visión de satisfacer a todo el público que asiste a sus instalaciones sean hombres o mujeres, en otro lado tenemos Airbnb con el desarrollo de un sistema de puntuación con corazones en vez de estrellas y la Ópera de San Francisco que innovó, en un nuevo espacio cerca a la instalación principal, un local ambientado con estilo de ópera, pero con los atributos de un bar, logrando captar nuevos clientes en su mayoría jóvenes. (Pomar, 2018).

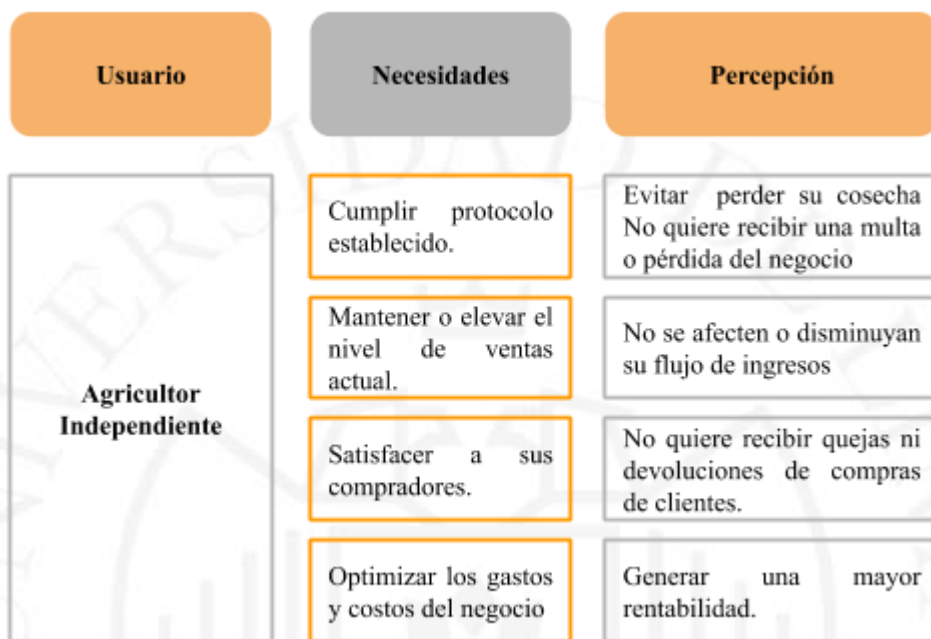
5.2 Definir

Se debe buscar soluciones para los problemas encontrados principalmente el cumplimiento de los procedimientos determinados por el Ministerio de Salud y de Agricultura y Riego para los giros de negocios vinculados al cultivo. Por ejemplo: evitar las concentraciones en lugares, uso de indumentaria apropiada, uso de herramientas de protección, todo con la finalidad de evitar la propagación del virus.

Para desarrollar de una forma más amplia, presentamos el cuadro de “Punto de Vista” o *Point of View*.

Figura 5.2

Punto de vista



Gracias a la elaboración de la herramienta (Figura 5.2) encontramos que el problema se basa en los cambios necesarios para el cumplimiento de los protocolos establecidos como el distanciamiento que origina la reducción de personal por área de trabajo y esto conlleva a posibles reducciones de calidad o disminución de producción.

5.3 Idear

Una vez definido el perfil de nuestros clientes e identificados sus problemas y necesidades, se comienza con una lista de posibles soluciones adoptando la técnica de *brainstorming*:

1. Contratar más personal para la supervisión de cumplimiento de protocolos.
2. Implementar nueva área de monitoreo de siembra y cosecha.
3. Tercerizar el proceso de control de calidad.
4. Reducir la producción de cosecha.

5. Compra de sistema de drones.
6. Adquisición de elementos de protección para todo el personal.
7. Implementación de nuevos turnos de trabajo.
8. Uso de pesticidas en la cosecha.
9. Control de calidad por visión artificial.
10. Reingeniería del proceso de control de calidad.

En la búsqueda de potenciales soluciones, se encontró el trabajo de investigación de Vargas Quispe, Israel (2018) sobre un sistema mecatrónico para el control de calidad en los envases de embutidos con el uso de inteligencia artificial y el de Valdivia Arias, César (2016) acerca de un sistema de clasificación por visión artificial en chirimoyas utilizando medidas. Con estos hallazgos, se ha optado para la elaboración del prototipo de solución la idea de un “Sistema de control de calidad por visión artificial”.

5.4 Prototipar

Al principio para simular la estación de trabajo y al no contar con una banda transportadora, en donde se tomaría la captura de la fruta solo por un lado (en la realidad se tomará un mínimo de 3 imágenes de la misma fruta de sus diferentes lados para realizar un análisis completo), se ha utilizado un cesto forrado en su interior por una tela color negro colocando en la parte inferior la fruta a procesar (Ver Figura 5.3).

Figura 5.3

Interior de la cesta



Para la gestión de los dispositivos relacionados a la captura de imagen y la iluminación, se ha posicionado en el centro interno de la tapa del mismo cesto una cámara web y una linterna led que apunta de manera directa a la fruta en el interior, como se puede apreciar en la Figura 5.4.

Figura 5.4

Tapa o cabecera de cesta



De igual forma, en el anexo 9 se detalla el diseño de la solución y los componentes que se relacionan directamente con la estación de trabajo.

Adicionalmente, para el desarrollo del sistema de control de calidad por visión artificial se eligió Python tanto para la captura de imágenes como la implementación de las redes neuronales.

Iniciando se preparó la interconexión de una cámara web que pudiera enviar las capturas de imágenes de manera inalámbrica a un ordenador utilizando la librería OpenCV y su función de VideoCapture. Cabe resaltar que se ha configurado previamente los parámetros de ancho y alto como la dirección IP de la cámara (ver Figura 5.3).

Figura 5.5

Conexión entre cámara y ordenador

```
INICIO
IMPORTAR LIBRERIA CAPTURAS
DEFINIR CAM COMO OBJETO
DEFINIR ANCHO, ALTO COMO ENTERO
DEFINIR CAPTURA COMO LOGICO
DEFINIR IMAGEN COMO OBJETO
DEFINIR RUTA COMO CARACTER
CAM = LIBRERIA(DIRECCION IP)
RUTA = "DIRECCION EN ORDENADOR"
(CAPTURA, IMAGEN) = CAM.CAPTURAR
SI (CAPTURA ES VERDADERO) ENTONCES
    IMAGEN.FORMATEAR(ANCHO,ALTO)
    ESCRIBIR(IMAGEN,RUTA)
FINAL SI
CAM.LIBERAR(VERDADERO)
FIN
```

Dentro del desarrollo del sistema de control de calidad implementado en Python con el uso de machine learning se realizó distintos modelos de redes neuronales convolucionales utilizando la librería PyTorch de los cuales se presentan algunos de ellos en los anexos 1, 2, 3 y 4.

Con cada modelo desarrollado y entrenado se obtuvo una lección o aprendizaje para la elaboración de una red final. Para iniciar la primera red se utilizó como referencia a Mureşan, H. & Oltean, M (2018) donde utiliza 4 capas convolucionales, 4 pooling y 2 fully-connected:

- Red 1: Se utilizó un dataset (conjunto de datos) entre 600 a 1,000 imágenes de frutas por clase (Apple A, Apple B, Apple C) redimensionadas a 200 x 200 píxeles (Gorgolweski, 2020).

Como resultados, se logra clasificar las imágenes con 77% de precisión con el dataset de prueba.

Lección aprendida: Utilizar como mínimo 3 capas completamente conectadas.

- Red 2: Usando el dataset anterior, se agregaron más neuronas en la capa de fully-connected (ver Anexo 2).

Se observa 87% de precisión en la clasificación del tipo de fruta.

Lección aprendida: Al incrementar las capas de fully connected, mejora la precisión de la predicción.

Para las siguientes pruebas se elaboró un dataset con 2,500 imágenes propias con la elección de la fruta: granadilla, debido a las características que presenta como falta de estacionalidad durante todo el año, y su fácil reconocimiento de estado debido a golpes que se podrían presentar (ver anexo 5):

1. Estado Válida: Fruta entera y de aspecto consistente (fruta con cáscara de color amarillo de forma ovoide o elíptica).
2. Estado Inválida: Golpes en la fruta, manchas o agujeros visibles.

Esta clasificación se realizó tomando en consideración la norma técnico peruana aprobada en la resolución directoral por el Instituto Nacional de Calidad (2019) que realiza una subdivisión en 3 categorías (extra, categoría I y categoría II), sin embargo, para el desarrollo de la prueba de concepto se clasificó en requisitos mínimos básicos según dicha norma y cuales no cumplen con estos requerimientos o que presenten algún defecto significativo logrados por golpes, caídas o cortes realizados.

- Red 3: Con el dataset de elaboración propia, se aplicaron la cantidad de filtros de la red anterior obteniendo una precisión del 56%.

Lección aprendida: Con una cantidad de filtros elevada para el modelo (150), la red neuronal dejó de generalizar, por lo que se recomienda disminuirlo.

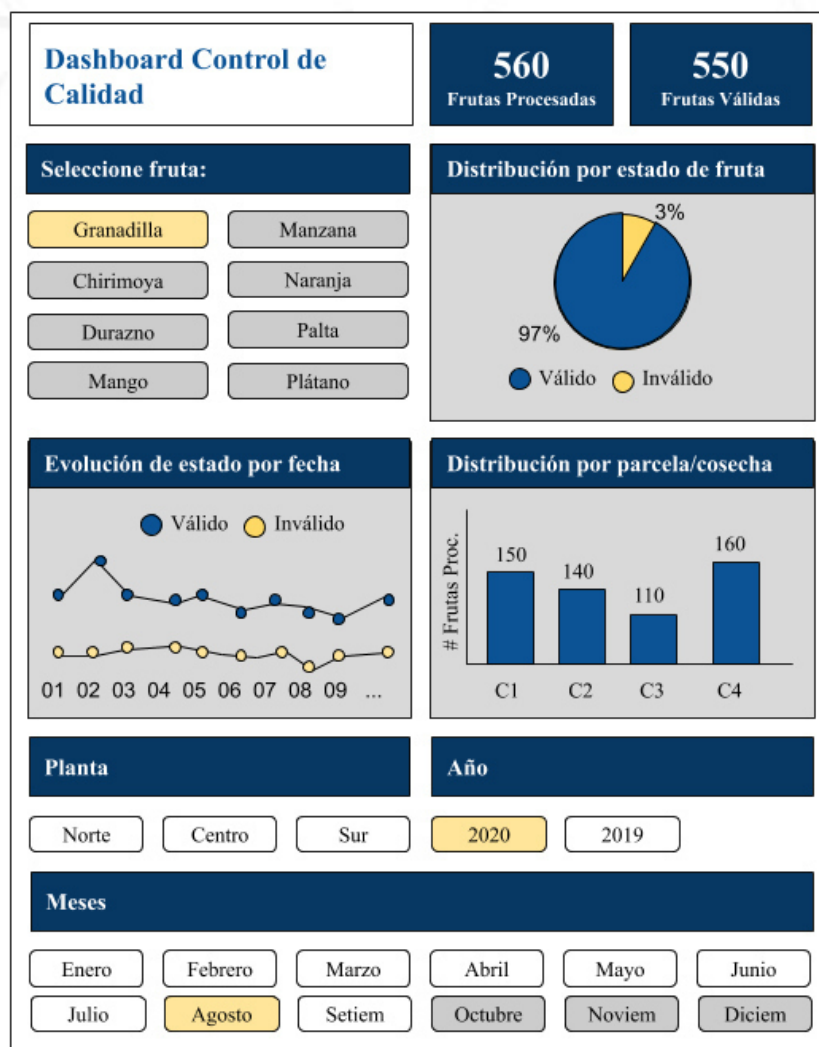
- Red 4: Por último, se reduce la cantidad de filtros a 60, entrenando la red por 20 épocas obteniendo una precisión de 97.97%.

Finalmente se ha planteado; como una idea futura; el entrenamiento de diversas frutas como manzanas, chirimoyas, paltas entre otros, y la elaboración de un panel para el seguimiento del proceso, en donde se aprecia las frutas disponibles para el agricultor como los resultados de la evaluación del modelo previamente descrito como distribuciones por estado (válidas/inválidas), frutas procesadas por parcelas y un evolutivo por día.

Este panel tendrá la posibilidad de seleccionar distintas fechas, plantas (en caso el usuario lo haya especificado/contratado como: Norte, Centro o Sur) para un mayor y mejor detalle.

Figura 5.6

Modelo de dashboard



5.5 Testear

Una vez lograda la conexión de los dispositivos, el envío de la información y definida la técnica, comenzamos a realizar las pruebas de clasificación, donde se observaron distintos puntos de mejora que se fueron calibrando en el modelo.

Uno de ellos ha sido el uso de la cantidad de filtros, para evitar la poca generalización de la red y/o bajo porcentaje de precisión en los datos de evaluación, por lo que se comenzó a disminuir la cantidad de filtros y aumentar el número de épocas en que se entrene el modelo sin llegar a *overfitting*.

Figura 5.7

Evolución de precisión de la red

```
Dataset Train:
(2143, 3, 1280, 720)
Dataset Test:
(443, 3, 1280, 720)
Datasets Cargados
-----
Accuracy 1: 56.04
Accuracy 2: 85.33
Accuracy 3: 93.91
```

En la figura se muestra la precisión de 120 filtros, 80 filtros y por último 60 filtros respectivamente. A partir de la última red, se realizaron 20 épocas guardadas con nombre: **net##xx.yyy%**, siendo “###” el número de la época (con dos dígitos) y el “xx.yy%” la precisión alcanzada en porcentaje (con 4 dígitos).

Figura 5.8

Épocas de entrenamiento

```
net793.91
net896.39
net997.97
```

Otros de los puntos encontrados fue el tiempo requerido para que se abra la cámara, realice la captura y luego libere el dispositivo, por lo que se configuró para que se inicie capture todas las fotografías necesarias, en este caso cada vez que se presionaba una tecla. También se redujo el tiempo de ejecución (milisegundos) configurando los parámetros de la cámara antes de iniciar la captura, con esto no será necesario cambiar el tamaño durante el proceso.

Figura 5.9

Código de reducción de tiempos

```

INICIO

    IMPORTAR LIBRERIA CAPTURAS

    DEFINIR CAM COMO OBJETO
    DEFINIR ANCHO, ALTO, SECUENCIA COMO ENTERO
    DEFINIR CAPTURA COMO LOGICO
    DEFINIR IMAGEN COMO OBJETO
    DEFINIR RUTA COMO CADENA

    CAM = LIBRERIA(DIRECCION IP)
    CAM = CONFIGURAR_ANCHO(ANCHO)
    CAM = CONFIGURAR_ALTO(ALTO)

    (CAPTURA, IMAGEN) = CAM.CAPTURAR
    SECUENCIA = 0

    MIENTRAS VERDADERO HACER

        ESCRIBIR "PRESIONE TECLA"
        RUTA = "DIRECCION EN ORDENADOR " + SECUENCIA

        SI (CAPTURA ES VERDADERO) ENTONCES
            ESCRIBIR(IMAGEN,RUTA)
        FINAL SI

        INCREMENTAR(SECUENCIA,1)

    REPETIR

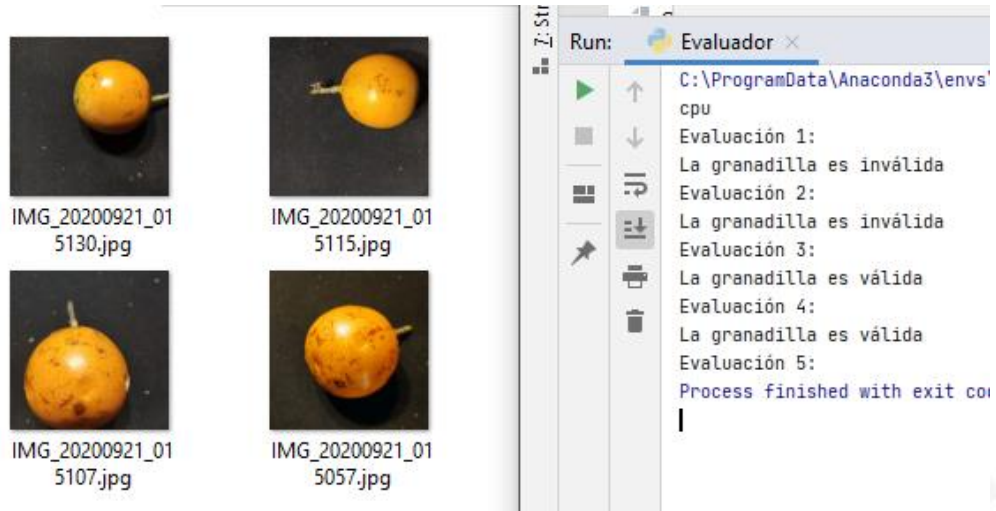
    CAM.LIBERAR(VERDADERO)
FIN

```

Por último, luego de calibrado los pesos y la red, se muestra un ejemplo completo de su funcionamiento, donde se capturaron en tiempo real las imágenes y se obtuvieron los resultados sobre la validez de la fruta.

Figura 5.10

Funcionamiento de solución modelo



CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos se concluye que:

- Es necesario soluciones eficaces a bajo costo capaces de enfrentar la situación actual que se vive y reducir el impacto dentro del sector de agricultura.
- Para realizar la búsqueda de solución, una de las mejores metodologías a utilizar es el design thinking, debido a que todas las alternativas están orientadas al problema, es ideal para colaborar en equipo, y tiene un enfoque en los usuarios.
- Se ha clasificado perfectamente 194 de 194 granadillas válidas con un 100% de efectividad. Mientras que 241 de 249 granadillas inválidas con un 96.79% de efectividad. Por lo que el modelo consigue una precisión total de 97.97%.
- El resultado de precisión de la red varía de acuerdo con la cantidad de filtros que se coloque. Se han obtenido mejores resultados empleando un número menor de filtros.
- Las imágenes utilizadas para el entrenamiento de la red deben tener un enfoque, iluminación y entorno adecuado para su empleo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda para los siguientes proyectos:

- Para la automatización del disparador que da inicio al proceso de calidad con la captura de imagen de la fruta; se recomienda implementar en la cinta transportadora, sensores de detección como un Controlador Lógico Programable (PLC) cuya programación deberá ser en el lenguaje propio de Arduino. Por ejemplo, el Anexo 6.
- Se sugiere para la implementación del Dashboard las herramientas Amazon Web Service o Adafruit IO Server. La elección será dependiendo del coste total del proyecto. Ver Anexo 7.
- Se puede incluir para la presentación de los resultados una tablet en donde el agricultor individual tenga los dashboards implementados y pueda realizar el seguimiento de su producción.
- Se recomienda realizar mantenimiento de la estación de trabajo y los sistemas relacionados según categoría: Sistema de iluminación, limpieza de cámara semestralmente; limpieza de memoria caché, espacios de disco duro para el almacenamiento, anualmente. Se detallan algunos puntos a considerar en el Anexo 8.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- Aprendizaje automático: Rama dentro de la inteligencia artificial que proporciona a las computadoras la capacidad de aprender sin haber sido explícitamente programadas para ello.
- API: Application Programming Interface, es un conjunto de definiciones y protocolos que se utiliza para desarrollar e integrar el software de las aplicaciones.
- COVID-19: Enfermedad infecciosa causada por el coronavirus y descubierta en el año 2019.
- Dataset: Es el histórico de datos que se usa para entrenar al sistema que detecta los patrones.
- Design Thinking: Es un método para generar ideas innovadoras que centra su eficacia en entender y dar solución a las necesidades reales de los usuarios.
- Entrenamiento: Proceso mediante el cual se forma un algoritmo con un conjunto de datos.
- Época: Ajuste de los pesos para todos los pares de entrenamientos.
- IoT: *Internet of things*. agrupación e interconexión de dispositivos y objetos a través de una red (bien sea privada o Internet), donde todos ellos podrían ser visibles e interactuar.
- Modelo: Algoritmo de aprendizaje automático que ha construido su propia comprensión de un tema.
- OpenCV: Librería de Python diseñada para la resolución de problemas de visión por computadora.
- Overfitting: *sobreajuste*. Es la consecuencia del sobreentrenamiento de la red convolucionales con datos para los cuales se conoce ya los resultados.
- Python: Lenguaje de programación interpretado de tipo dinámico cuya filosofía hace hincapié en una sintaxis que favorezca un código legible.

- PyTorch: Librería de aprendizaje de código abierto utilizada para aplicaciones como la visión por computadora.
- RNC: Red Neuronal Convolutiva. Red neuronal utilizada principalmente para el reconocimiento de imágenes.
- Visión por computadora: Área de investigación que estudia el reconocimiento de imágenes.



REFERENCIAS

- Abdel-Hamid, O. & Deng, I. & Yu, D. (2013). Exploring Convolutional Neural Network Structures and Optimization Techniques for Speech Recognition
- Banco Central de Reserva del Perú. (2020, junio). ACTIVIDAD ECONÓMICA: ABRIL 2020 (N.º 44). <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Notas-Estudios/2020/nota-de-estudios-44-2020.pdf>
- Buyya R. and Vahid, A. (2016). Internet of Things: Principles and Paradigms. Morgan Kaufmann
- ClicData. (s. f.). *Ejemplo de Dashboard* [Figura]. DASHBOARDS DE VENTAS. <https://www.clicdata.com/es/ejemplos/ventas/>
- Data, S. B. (2019, 27 octubre). *Redes neuronales de aprendizaje profundo*. sitiobigdata.com. <https://sitiobigdata.com/2019/07/08/redes-neuronales-aprendizaje-profundo/#>
- ELIKA. (2014, 16 enero). *Berezi@ Drones y su uso en la agricultura*. Elika agricultura. <https://agricultura.elika.eus/novedades/berezi-drones-y-su-uso-en-la-agricultura-160114/>
- FroGames. (2020, 17 febrero). *Modelo de red neuronal convolucional* [Figura]. La guía definitiva de las Redes Neuronales Convolucionales. <https://frogames.es/la-guia-definitiva-de-las-redes-neuronales-convolucionales-4-4/>
- Gorgolweski, C. (2020, 4 febrero). Fruit Recognition. Kaggle. <https://www.kaggle.com/chrisfilo/fruit-recognition>
- Iglesias, Y. (2020, 29 septiembre). El mapa de empatía. designthinking.gal. <https://designthinking.gal/el-mapa-de-empatia/>
- INACAL. (2019, enero). Publicación Oficial - Diario Oficial El Peruano. <https://www.inacal.gob.pe/repositoriooaps/data/1/1/6/jer/resoluciones-directorales/files/2018-RD47.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2020, 28 junio). *Protocolo para la actividad agrícola frente al COVID-19*. Gobierno del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/minagri/informes-publicaciones/570059-protocolo-para-la-actividad-agricola-frente-al-covid-19>
- Ministerio de Salud. (2020a, marzo 11). *Decreto Supremo N° 008-2020-SA*. Gobierno del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/483010-008-2020-sa>

- Ministerio de Salud. (2020b, abril 14). *Prevención, diagnóstico y tratamiento de personas afectadas por COVID-19 en el Perú*. Gobierno del Perú.
<https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/473587-prevencion-diagnostico-y-tratamiento-de-personas-afectadas-por-covid-19-en-el-peru>
- Mootee, I., & García, M. D. (2014). *Design thinking para la innovación estratégica: Lo que no te pueden enseñar en las escuelas de negocios ni en las de diseño (Empresa Activa ilustrado)*. Empresa Activa.
- Mureşan, H. & Oltean, M. (2018). Fruit recognition from images using deep learning. *Acta Universitatis Sapientiae, Informática*. 10. 26-42.
- Oltean, M. (2018, 20 octubre). Fruits 360 dataset. mendeley.
<https://data.mendeley.com/datasets/rp73yg93n8/1>
- Pomar, P. (2018, 11 julio). *5 casos de éxito del design thinking. Tu puedes ser el siguiente*. Thinkernautas - Creatividad e innovación.
<https://thinkernautas.com/5-casos-exito-del-design-thinking>
- Prieto, J.S. (2019). Redes neuronales convolucionales y redes neuronales recurrentes en la transcripción automática. 10.13140/RG.2.2.10855.39843.
- Salcedo, J. V. (2020, 24 junio). La pandemia acorrala a los agricultores del Valle de los Incas. Ojo Público. <https://ojo-publico.com/1918/la-pandemia-acorrala-los-agricultores-del-cusco>
- SAP. (s. f.). ¿Qué es Internet de las cosas y cómo mejora la tecnología?
<https://www.sap.com/latinamerica/trends/internet-of-things.html>
- SBS. (s. f.). SBS. /SUNAT/ruc_novedades/. Recuperado 25 de junio de 2020, de ftp://ftp.sbs.gob.pe/SUNAT/ruc_novedades/
- Stojmenovic, I. (2014). Fog computing: A cloud to the ground support for smart things and machine-to-machine networks.
<http://ksuweb.kennesaw.edu/~she4/2015Summer/cs7860/Reading/91FogComputing.pdf>
- SUNAT. (2020, 25 junio). *01. Padrón reducido del RUC - SEE SOL*. 01. Padrón reducido del RUC - SEE SOL.
<https://orientacion.sunat.gob.pe/index.php/empresas-menu/comprobantes-de-pago-empresas/comprobantes-de-pago-electronicos-empresas/see-sol/7-padron-reducido-del-ruc-see-sol>
- Valdivia Arias, C. S. (2016, marzo). *Diseño de un Sistema de Visión Artificial para la Clasificación de Chirimoyas basada en medidas*.
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.700.1010/050494/VALDIVIA_ARIAS_CESAR_DISE%C3%91O_SISTEMA_VISION_ARTIFICIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vargas Quispe, I. M. (2018, diciembre). *DISEÑO DE SISTEMA MECATRÓNICO PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE ENVASES DE EMBUTIDOS UTILIZANDO VISION POR COMPUTADORA*.
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13815/VARGAS_QUISPE_ISRAEL_DISEÑO_DE_SISTEMA_MECATRÓNICO_CONTROL.pdf?sequence=1&isAllowed=y



BIBLIOGRAFÍA

- Abdel-Hamid, O. & Mohamed, A. & Jiang, H. & Penn, G. (2012). Applying Convolutional Neural Networks concepts to hybrid NN-HMM model for speech recognition. *Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1988. ICASSP-88.*, 1988 International Conference on. 4277-4280. 10.1109/ICASSP.2012.6288864
- Adafruit IO. (s. f.). The internet of things for everyone. Welcome to Adafruit IO. <https://io.adafruit.com/>
- Amazon Web Services. (s. f.). IoT is Everywhere: From Home to Work (2:17). Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/iot/>
- Butler, B. (2018, 19 enero). ¿Qué es la computación de niebla o Fog Computing? Conectando la nube a las cosas. IDG Communications S.A.U. <https://www.networkworld.es/cloud-computing/que-es-la-computacion-de-niebla-o-fog-computing-conectando-la-nube-a-las-cosas>
- Delgado U., C. (s. f.). *Comunidad Thinkers | Herramientas para Explorar*. Herramientas para Explorar. <https://thinkersco.com/comunidad/herramientas/explorar>
- Design Thinking en Español. (s. f.). Design Thinking en Español. <http://www.designthinking.es/inicio/>
- Digital House. (2019, 15 septiembre). *Data Analytics: qué es y para qué se utiliza*. Digital House Coding School. <https://www.digitalhouse.com/ar/blog/data-analytics-se-utiliza-data-analytics>
- Fractal. (2018, 10 octubre). *Las 9 aplicaciones más importantes del Internet de las Cosas (IoT)*. <https://www.fractal.com/blog/2018/10/10/9-aplicaciones-importantes-iot>
- Ladrero, I. (2017, 19 abril). *10 ejemplos de usos reales de Big Data Analytics*. Baoss Analytics Everywhere. <https://www.baoss.es/10-ejemplos-usos-reales-big-data/>
- Organización Mundial de la Salud. (2020, 24 abril). *Nuevo coronavirus 2019*. <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019>
- Recuero de los Santos, P. (2017, 16 noviembre). *Machine learning: conoce qué es y las diferencias entre sus tipos*. Think Big. <https://empresas.blogthinkbig.com/que-algoritmo-elegir-en-ml-aprendizaje/>
- SAP. (s. f.-a). Insights on the Future of the Internet of Things (IoT). <https://www.sap.com/latinamerica/documents/2017/06/e825c3a3-c27c-0010-82c7-eda71af511fa.html>

The EUROMICRO Journal. (2019, 1 septiembre). All one needs to know about fog computing and related edge computing paradigms: A complete survey. ScienceDirect.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383762118306349>





ANEXOS

Anexo 1: Modelo de Red 1

Elaborado en Google Colaborate:

```
class NeuralNetwork(nn.Module):
    def __init__(self):
        super(NeuralNetwork, self).__init__()
        #super() gives access to methods in a
        #superclass from the subclass that inherits from it

        #200x200x3
        self.conv1 = nn.Conv2d(3, 9, kernel_size=(5,5),stride=1, padding=2)
        #200x200x9
        self.pool1 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(2,2),stride=2)
        #100x100x9
        self.conv2 = nn.Conv2d(9, 18, kernel_size=(5, 5), stride=1,padding=2)
        #100x100x18
        self.pool2 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(2, 2),stride=2)
        #50x50x18
        self.conv3 = nn.Conv2d(18, 36, kernel_size=(5, 5), stride=1, padding=2)
        #50x50x36
        self.pool3 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(2, 2), stride=2)
        #25x25x36
        self.conv4 = nn.Conv2d(36, 72,kernel_size=(5, 5), stride=1, padding=2)
        #25x25x72
        self.pool4 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(5, 5), stride=5)
        #5x5x60 = 1500
        #5x5x72 = 1800

        #1800x900
        self.fc1= nn.Linear(1800, 900)
        self.bn1 = nn.BatchNorm1d(900)
        #900x90
        self.fc2 = nn.Linear(900, 90)
        self.bn2 = nn.BatchNorm1d(90)
        #90x3
        self.fc3 = nn.Linear(90, 3)
```


Anexo 2: Modelo de Red 2

Elaborado en Google Colaborate:

```
class NeuralNetwork(nn.Module):
    def __init__(self):
        super(NeuralNetwork, self).__init__()
        #super() gives access to methods in a
        #superclass from the subclass that inherits from it

        #200x200x3
        self.conv1 = nn.Conv2d(3, 9, kernel_size=(5,5),stride=1, padding=2)
        #200x200x9
        self.pool1 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(2,2),stride=2)
        #100x100x9
        self.conv2 = nn.Conv2d(9, 18, kernel_size=(5, 5), stride=1,padding=2)
        #100x100x18
        self.pool2 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(2, 2),stride=2)
        #50x50x18
        self.conv3 = nn.Conv2d(18, 36, kernel_size=(5, 5), stride=1, padding=2)
        #50x50x36
        self.pool3 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(2, 2), stride=2)
        #25x25x36
        self.conv4 = nn.Conv2d(36, 72,kernel_size=(5, 5), stride=1, padding=2)
        #25x25x72
        self.pool4 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(5, 5), stride=5)
        #5x5x60 = 1500
        #5x5x72 = 1800

        #1800x1500
        self.fc1= nn.Linear(1800, 1500)
        self.bn1 = nn.BatchNorm1d(1500)
        #1500x1000
        self.fc2 = nn.Linear(1500, 1000)
        self.bn2 = nn.BatchNorm1d(1000)
        #1000x500
        self.fc3 = nn.Linear(1000, 500)
        self.bn3 = nn.BatchNorm1d(500)
        #500x100
        self.fc4 = nn.Linear(500, 100)
        self.bn4 = nn.BatchNorm1d(100)
        #100x3
        self.fc5 = nn.Linear(100, 3)
```

Anexo 3: Modelo de Red 3

Elaborado en PyCharm:

```
class NeuralNetwork(nn.Module):  
    def __init__(self):  
        super(NeuralNetwork, self).__init__()  
        # super() gives access to methods in a  
        # superclass from the subclass that inherits from it  
  
        # 1280x720x3  
        self.conv1 = nn.Conv2d(3, 10, kernel_size=(3, 3), stride=1, padding=1)  
        # 1280x720x10  
        self.pool1 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(2, 2), stride=2)  
        # 640x360x10  
        self.conv2 = nn.Conv2d(10, 30, kernel_size=(3, 3), stride=1, padding=1)  
        # 640x360x30  
        self.pool2 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(2, 2), stride=2)  
        # 320x180x30  
        self.conv3 = nn.Conv2d(30, 60, kernel_size=(3, 3), stride=1, padding=1)  
        # 320x180x60  
        self.pool3 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(2, 2), stride=2)  
        # 160x90x60  
        self.conv4 = nn.Conv2d(60, 90, kernel_size=(3, 3), stride=1, padding=1)  
        # 160x90x90  
        self.pool4 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(2, 2), stride=2)  
        # 80x45x90  
        self.conv5 = nn.Conv2d(90, 120, kernel_size=(3, 3), stride=1, padding=1)  
        # 80x45x120  
        self.pool5 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(5, 5), stride=5)  
        # 16x9x120  
        self.conv6 = nn.Conv2d(120, 150, kernel_size=(3, 3), stride=1, padding=1)  
        # 16x9x150  
        self.pool6 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(2, 3), stride=2)  
        # 8x4x150 = 4800  
  
        # 4800x2400  
        self.fc0 = nn.Linear(4800, 2400)  
        self.bn0 = nn.BatchNorm1d(2400)  
        # 2400x1200  
        self.fc1 = nn.Linear(2400, 1200)  
        self.bn1 = nn.BatchNorm1d(1200)  
        # 1200x600  
        self.fc2 = nn.Linear(1200, 600)  
        self.bn2 = nn.BatchNorm1d(600)  
        # 600x300  
        self.fc3 = nn.Linear(600, 300)  
        self.bn3 = nn.BatchNorm1d(300)  
        # 300x100  
        self.fc4 = nn.Linear(300, 100)  
        self.bn4 = nn.BatchNorm1d(100)  
        # 100x2  
        self.fc5 = nn.Linear(100, 2)
```

Anexo 4: Modelo de Red 4

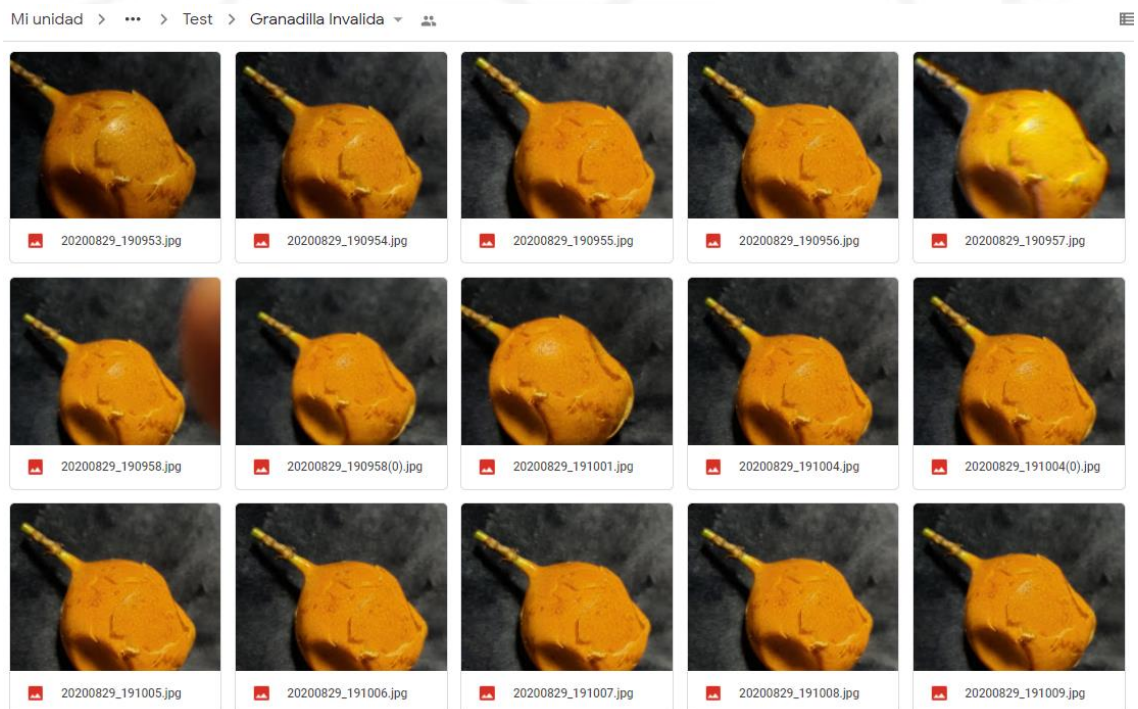
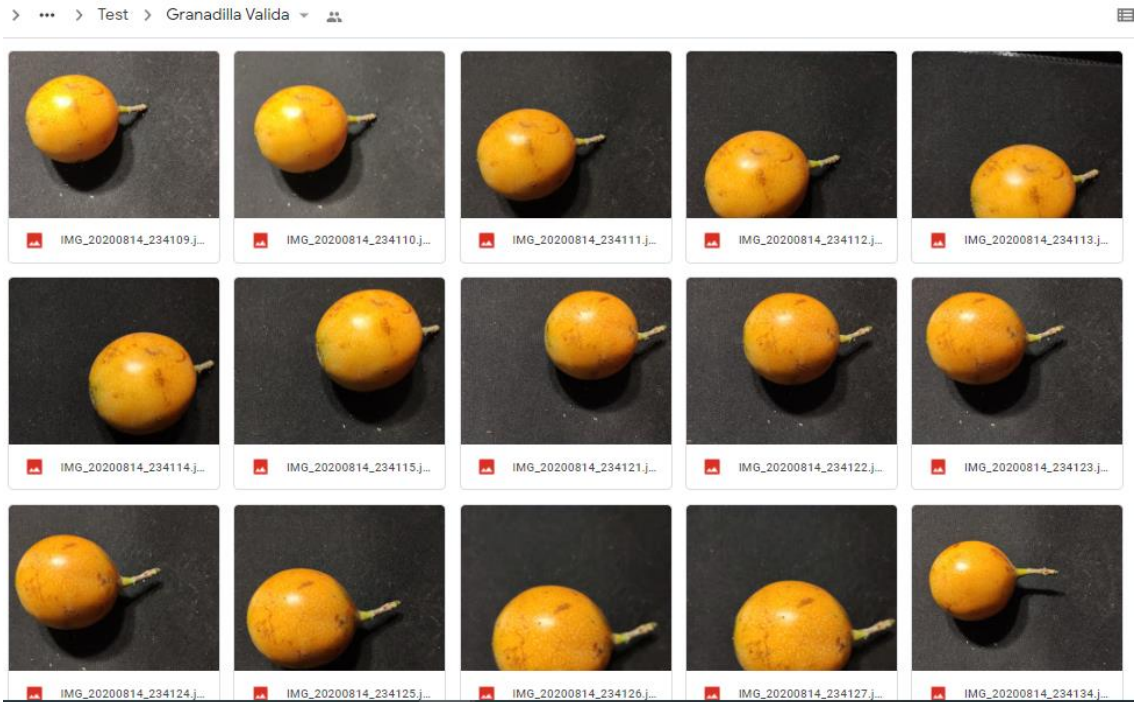
Elaborado en PyCharm:

```
class NeuralNetwork(nn.Module):
    def __init__(self):
        super(NeuralNetwork, self).__init__()
        # super() gives access to methods in a
        # superclass from the subclass that inherits from it

        # 1280x720x3
        self.conv1 = nn.Conv2d(3, 10, kernel_size=(3, 3), stride=1, padding=1)
        # 1280x720x10
        self.pool1 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(2, 2), stride=2)
        # 640x360x10
        self.conv2 = nn.Conv2d(10, 20, kernel_size=(3, 3), stride=1, padding=1)
        # 640x360x20
        self.pool2 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(2, 2), stride=2)
        # 320x180x20
        self.conv3 = nn.Conv2d(20, 30, kernel_size=(3, 3), stride=1, padding=1)
        # 320x180x30
        self.pool3 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(2, 2), stride=2)
        # 160x90x30
        self.conv4 = nn.Conv2d(30, 40, kernel_size=(3, 3), stride=1, padding=1)
        # 160x90x40
        self.pool4 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(2, 2), stride=2)
        # 80x45x40
        self.conv5 = nn.Conv2d(40, 50, kernel_size=(3, 3), stride=1, padding=1)
        # 80x45x50
        self.pool5 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(5, 5), stride=5)
        # 16x9x50
        self.conv6 = nn.Conv2d(50, 60, kernel_size=(3, 3), stride=1, padding=1)
        # 16x9x60
        self.pool6 = nn.MaxPool2d(kernel_size=(2, 3), stride=2)
        # 8x4x60 = 1920

        # 1920
        self.fc0 = nn.Linear(1920, 1500)
        self.bn0 = nn.BatchNorm1d(1500)
        # 1500x1200
        self.fc1 = nn.Linear(1500, 1200)
        self.bn1 = nn.BatchNorm1d(1200)
        # 1200x600
        self.fc2 = nn.Linear(1200, 600)
        self.bn2 = nn.BatchNorm1d(600)
        # 600x300
        self.fc3 = nn.Linear(600, 300)
        self.bn3 = nn.BatchNorm1d(300)
        # 300x100
        self.fc4 = nn.Linear(300, 100)
        self.bn4 = nn.BatchNorm1d(100)
        # 100x2
        self.fc5 = nn.Linear(100, 2)
```

Anexo 5: DataSet de Prueba



Anexo 6: Controlador Lógico Programable

Modelo: M-DUINO PLC Arduino 42 I/Os Analog/Digital con 25 entradas y 16 salidas, conexión Ethernet o USB.



ENTRADAS		SALIDAS	
Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad
Total de Entradas	13	Total Salidas	8
Total Entradas Digitales Optoaisladas	7	Digitales Optoaisladas Outputs	5
Entradas Digitales Optoaisladas	5	Digitales Optoaisladas y Salidas configurables mediante switch	3
Entradas Digitales Optoaisladas 10 bit Entradas analógicas	2	Salidas Relay	0
	6		

COMUNICACIONES

Comunicación Ethernet - 1

Wi-Fi & BLE (Bluetooth de baja energía) - NO

GPRS/GSM - NO

USB Comunicación con puerto USB (tipo B) (solo para cargar o depurar) - 1

Micro USB Comunicación de puerto micro USB (tipo B) (solo para carga o depuración) - 0

Comunicación I2C (interfaz con otros equipos Industrial Shields, sensores, módulos de E / S) - 1

(continua)

(continuación)

COMUNICACIONES

Comunicación serial TTL (UART) - 2

Comunicación RS-232 - 1

Comunicación Half-Full Duplex RS-485 - 1

Comunicación de puerto externo SPI (utilizando MOSI, MISO, pines SS de Arduino) - 1

RTC (reloj en tiempo real. NOTA: se utiliza el puerto I2C. Consulte la modificación de la distribución de pines) - Sí

Entrada μ SD (usando el puerto SPI, pin select D53 pin) - Sí



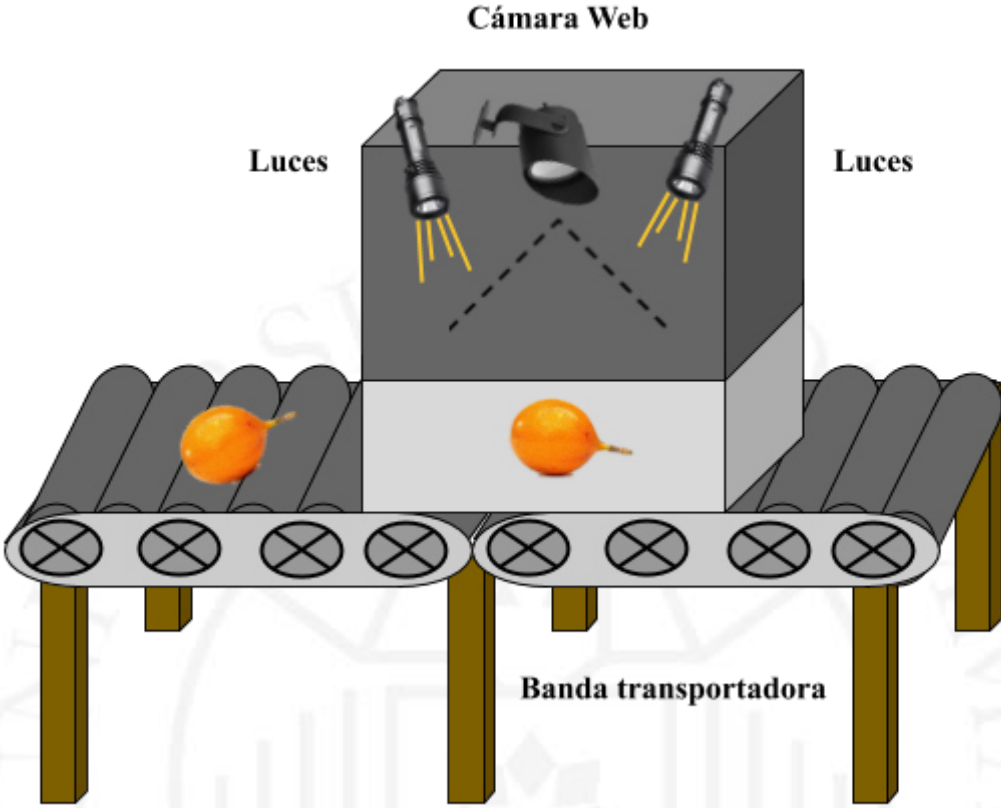
Anexo 7: Tabla de comparación entre AWS y Adafruit IO

Concepto	Amazon Web Service IoT (AWS)	Adafruit IO Server
Precio	Entre costos de canalización, almacenamiento y ejecución: \$8 al mes	\$10 al mes o \$99 al Año
Compatibilidad	Política de compatibilidad con diversos sistemas: Microsoft, Oracle, PostgreSQL, otros.	Creación de API según lenguaje de programación.
Practicidad	Filtra, transforma y enriquece datos de IoT para mejor rendimiento.	Cuadros, gráficos, indicadores, registros y más están disponibles en los paneles
Escalabilidad	Uso de nube, escalamiento a millones de dispositivos	Hardware para todo tipo de fabricante.
Seguridad	Control de acceso y cifrado de datos	Cuenta con una clave API secreta

Anexo 8: Tabla de mantenimiento del sistema

Equipo	Recomendaciones
Sistema de luces 	<ul style="list-style-type: none">• Limpieza de lámpara o cabezal: Debido que el polvo o suciedad puede reducir la intensidad / lúmenes de linternas.• Comprobación de baterías/energía: Se debe verificar el correcto funcionamiento de las linternas.• Ajuste o posicionamiento: Revisar que la luz apunte de manera correcta el espacio dónde se sitúa la fruta.
Cámara Web 	<ul style="list-style-type: none">• Limpieza del lente: Corroborar que el lente no presente alguna mancha o rayón que pueda alterar la imagen capturada.• Ajuste o posicionamiento: Revisar si se encuentra el enfoque correcto al espacio dónde se sitúa la fruta.• Comprobación de conexión con el ordenador: Después de una limpieza se debe verificar que aún existe la comunicación entre los dispositivos.
Soporte/Estación 	<ul style="list-style-type: none">• Limpieza de soporte: Evitar obstrucciones por cúmulos de polvo o suciedad.
Computador 	<ul style="list-style-type: none">• Limpieza de discos: Evitar el agotamiento de espacio en el disco duro - Limpieza semestral.• Limpieza de memoria caché: Para mejorar el rendimiento y procesamiento del sistema.

Anexo 9: Diseño de la Solución



Anexo 10: Encuesta a compradores de frutas

Se realizó una encuesta a 100 personas.

Experiencia con frutas

Queremos conocer parte de tu experiencia comprando fruta y saber si consumes granadillas.

***Obligatorio**

¿En qué lugar compras generalmente fruta? *

SUPERMERCADO

MERCADO

TIENDA / MINIMARKET

¿Has devuelto alguna fruta comprada debido a su estado?

SI

NO

SCIENTIA ET PRAXIS

Devolucion de fruta

Si tu respuesta anterior es afirmativa por favor indicar el motivo

- GOLPE
- MAL OLOR
- MAL ASPECTO
- Otro: _____

¿Cuántas oportunidades has tenido que devolver fruta debido a este problema, en los últimos 6 meses?

- 1 A 2 VECES
- 3 A 5 VECES
- MÁS DE 5 VECES

¿Has comprado nuevamente en el mismo lugar donde has devuelto la fruta?

- SI
- NO

Solo Granadillas

Dentro de las frutas que compras, ¿alguna vez has comprado granadilla?

- SI
- NO

Solo para granadilla lovers

¿Qué criterios tienes para comprar una granadilla?

- COLOR
- FORMA
- TAMAÑO
- Otro: _____

¿Con qué frecuencia compras granadillas?

- SEMANAL
- QUINCENAL
- MENSUAL

¿Cuántas unidades de granadilla compras?

- 1 A 3
- 4 A 5
- 6 A 7
- 8 O MÁS

Anexo 11: Resultados de la encuesta a compradores

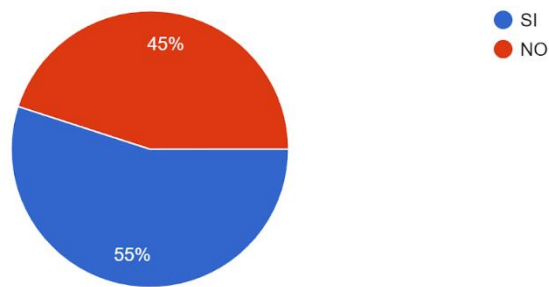
¿En qué lugar compras generalmente fruta?

100 respuestas



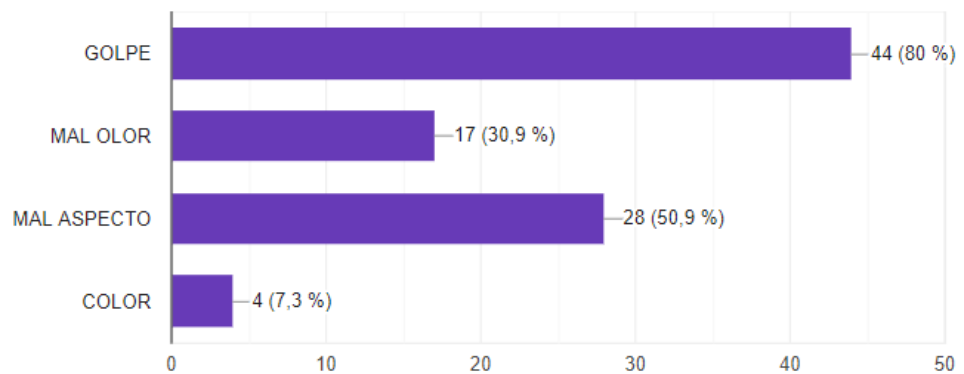
¿Has devuelto alguna fruta comprada debido a su estado?

100 respuestas



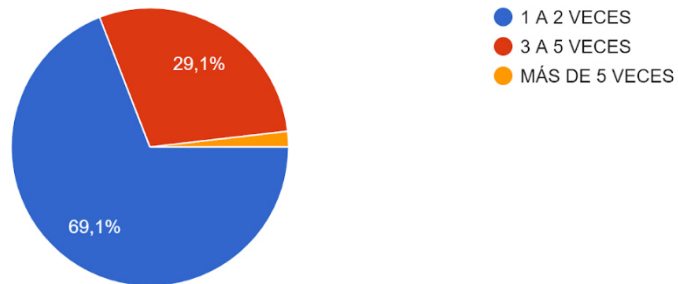
Si tu respuesta anterior es afirmativa por favor indicar el motivo

55 respuestas



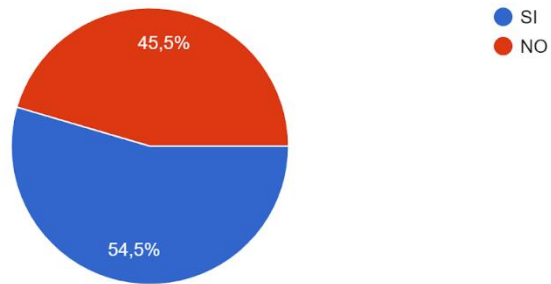
¿Cuántas oportunidades has tenido que devolver fruta debido a este problema, en los últimos 6 meses?

55 respuestas



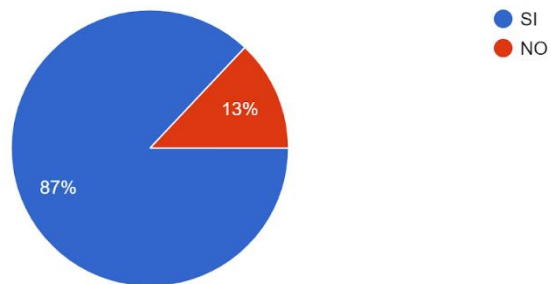
¿Has comprado nuevamente en el mismo lugar donde has devuelto la fruta?

55 respuestas



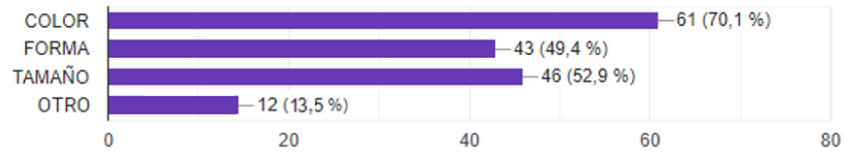
Dentro de las frutas que compras, ¿alguna vez has comprado granadilla?

100 respuestas



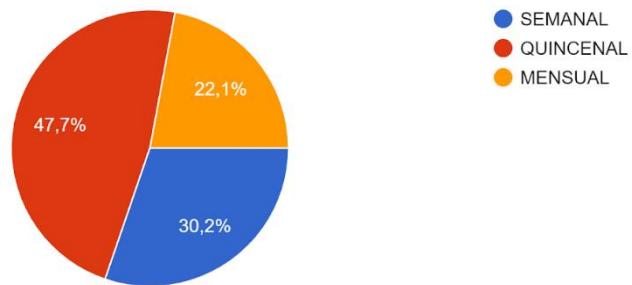
¿Qué criterios tienes para comprar una granadilla?

87 respuestas



¿Con qué frecuencia compras granadillas?

86 respuestas



Anexo 12: Encuesta a agricultores de fruta

Se realizó una encuesta a 50 personas.

Proceso: Control de calidad

***Obligatorio**

¿Alguna vez le han devuelto/cancelado ventas por la calidad de la producción? *

Si

No

Con la crisis actual, el gobierno ha tomado medidas contra la propagación del virus, ¿usted ha evaluado las opciones que ofrece el mercado para acatar las nuevas normas?

Si

No

Si la respuesta anterior fue positiva, completar la siguiente pregunta:

Alternativas de solución

Distintas empresas han optado por la adquisición de indumentaria, mascarillas, desinfectantes e incluso la reducción del personal para el cumplimiento de nuevas políticas.

¿Las opciones valoradas son una inversión o cambio significativo para el negocio?

Si

No

Sistema de control de calidad

Con ayuda de la tecnología mejoraremos el proceso de control de calidad y cumpliremos con los nuevos protocolos.

¿Qué factores valora usted en una alternativa de solución para cumplir con normas establecidas?

- Inversión
- Facilidad de Uso
- Practicidad
- Eficiencia de recursos
- Disponibilidad
- Potencialidad

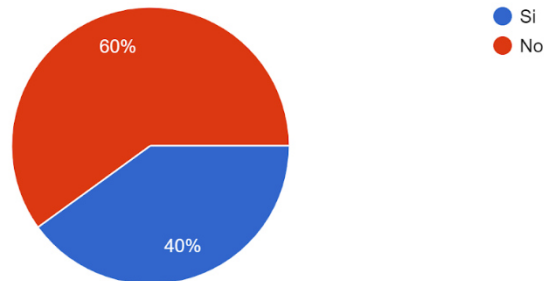
¿Usted probaría una solución de bajo costo para el cumplimiento de nuevas políticas como un sistema de control de calidad con el uso de tecnología para su negocio?

- Si
- No

Anexo 13: Resultados de la encuesta a agricultores

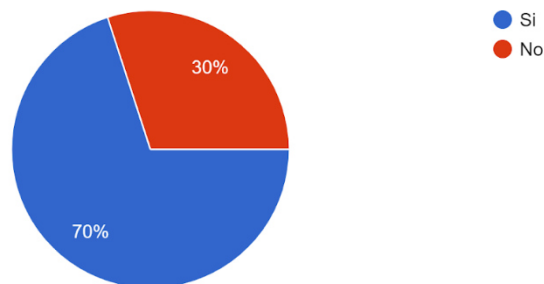
¿Alguna vez le han devuelto/cancelado ventas por la calidad de la producción?

50 respuestas



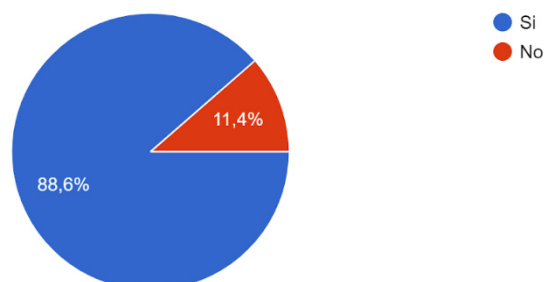
Con la crisis actual, el gobierno ha tomado medidas contra la propagación del virus, ¿usted ha evaluado las opciones que ofrece el mercado para acatar las nuevas normas?

50 respuestas

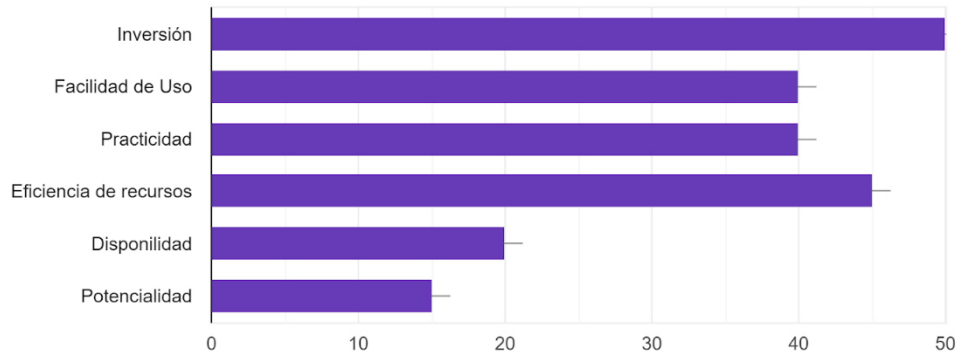


¿Las opciones valoradas son una inversión o cambio significativo para el negocio?

35 respuestas



¿Qué factores valora usted en una alternativa de solución para cumplir con normas establecidas?
50 respuestas



¿Usted probaría una solución de bajo costo para el cumplimiento de nuevas políticas como un sistema de control de calidad con el uso de tecnología para su negocio?
50 respuestas

